



DEUTSCHES
PATENTAMT

②1 Aktenzeichen: 196 05 643.8
②2 Anmeldetag: 15. 2. 96
②3 Offenlegungstag: 13. 2. 97

DE 196 05 643 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1

09.08.95 JP P 203184/95

⑦1 Anmelder:

Mitsubishi Electric Semiconductor Software Co.,
Ltd., Itami, Hyogo, JP; Mitsubishi Denki K.K.,
Tokio/Tokyo, JP

⑦4 Vertreter:

Tiedtke, Bühling, Kinne & Partner, 80336 München

⑦2 Erfinder:

Suzuki, Shinichi, Itami, Hyogo, JP; Yamazoe,
Hirofumi, Itami, Hyogo, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem

⑤7 Ein Datenausgangsabschnitt überträgt ein Impulssignal mit einer Impulsbreite entsprechend einem Wert von Sendodaten in einem vorbestimmten Zyklus. Ein Hochpegel-Impulsbreitenzähler und ein Niederpegel-Impulsbreitenzähler messen eine Länge einer Periode mit hohem Pegel und eine Länge einer Periode mit niedrigem Pegel des empfangenen Impulssignals unter Verwendung eines Taktsignals mit derselben Frequenz wie der des bei dem Datenausgangsabschnitt verwendeten Taktsignals. Ein Vergleichsabschnitt vergleicht die Summe der beiden gemessenen Längen der Perioden mit dem vorbestimmten Zyklus und gibt ein Fehlersignal im Fall einer Abweichung aus. Bei einem Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem ist es ebenfalls möglich, eine Signalverzögerung oder einen Fehler des Taktsignals zu erfassen, der vorübergehend innerhalb eines Zyklusses erzeugt wird.

DE 196 05 643 A 1

Die Erfindung betrifft ein zum Senden und zum Empfang von Daten verwendetes Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem bei dem bei einer Impulse mit einem konstanten Zyklus enthaltenen Impulskette eine Länge einer Periode mit hohem Pegel oder einer Periode mit niedrigem Pegel des Impulses entsprechend den Daten eingestellt wird.

Fig. 14 zeigt ein Blockschaltbild, das einen Aufbau eines herkömmlichen Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystems darstellt, das beispielsweise in der japanischen Patentschrift (Kokai) Nr. 3-154 428 offenbart ist. In der Figur bezeichnet Bezugszeichen 101 eine (nachstehend als Sende-Zentraleinheit bezeichnete) in einem Übertragungssystem angeordnete Zentraleinheit zur Übertragung eines pulsbreitenmodulierten Signals auf einer Übertragungsleitung 3, 102 eine (nachstehend als Empfangs-Zentraleinheit bezeichnete) in einem Empfangssystem angeordnete Zentraleinheit zur Annahme des pulsbreitenmodulierten Signals als Eingangssignal von der Übertragungsleitung 3, 104 eine Stromquelle zur Zufuhr der für die Sende-Zentraleinheit 101 und die Empfangs-Zentraleinheit 102 erforderlichen Energie, 14 einen Taktgeneratorabschnitt zur Speisung der Sende-Zentraleinheit 101 mit einem Taktsignal zur Einstellung eines Impulszyklusses und einer Datenlänge und 28 einen anderen Taktgeneratorabschnitt zur Speisung der Empfangs-Zentraleinheit 102 mit einem Taktsignal. Fig. 15 zeigt einen Zeitverlauf, der ein beispielhaftes pulsbreitenmoduliertes Signal darstellt. In Fig. 15 und 16 bezeichnen Bezugszeichen T einen Impulszyklus und t_1 , t_2 sowie t_n Datenlängen. In diesem Fall entsprechen Perioden mit niedrigem Pegel der Impulse Daten.

Nachstehend wird die Arbeitsweise beschrieben. Die Übertragungsleitung 3 ist an einen Ausgangsanschluß der Sende-Zentraleinheit 101 und an einen Eingangsanschluß der Empfangs-Zentraleinheit 102 angeschlossen. Die Sende-Zentraleinheit 101 stellt den Pegel an dem an die Übertragungsleitung 3 angeschlossenen Ausgangsanschluß niedrig ein. Daraufhin wird der Pegel an dem Ausgangsanschluß nach dem Ablauf einer der Datenlänge t_1 entsprechenden Zeit hoch gesetzt. Außerdem stellt nach dem Ablauf einer dem Impulszyklus T entsprechenden Zeit, nachdem der Pegel an dem Ausgangsanschluß niedrig gesetzt wurde, die Sende-Zentraleinheit 101 den Pegel an dem Ausgangsanschluß wiederum niedrig ein.

Danach stellt die Sende-Zentraleinheit 101 den Pegel an dem Ausgangsanschluß nach dem Ablauf einer der Datenlänge t_2 entsprechenden Zeit hoch ein. Außerdem stellt nach dem Ablauf einer dem Impulszyklus T entsprechenden Zeit, nachdem der Pegel an dem Ausgangsanschluß niedrig gesetzt wird, die Sende-Zentraleinheit 101 den Pegel an dem Ausgangsanschluß wiederum niedrig ein. Auf ähnliche Weise setzt die Sende-Zentraleinheit 101 den Pegel an dem Ausgangsanschluß nach dem Ablauf einer der Datenlänge t_n entsprechenden Zeit hoch. Außerdem setzt nach dem Ablauf der dem Impulszyklus T entsprechenden Zeit, nachdem der Pegel an dem Ausgangsanschluß niedrig gesetzt wird, die Sende-Zentraleinheit 101 den Pegel an dem Ausgangsanschluß niedrig. Auf eine solche Weise werden die pulsbreitenmodulierten Signale mit den in Fig. 15 jeweils dargestellten Datenlängen t_1 , t_2 und t_n nacheinander über die Übertragungsleitung 3 übertragen.

Die Empfangs-Zentraleinheit 102 nimmt als Eingangssignal das Signal auf der Übertragungsleitung 3

über den Eingangsanschluß auf, damit ein Zeitintervall von einer fallenden Flanke zu einer steigenden Flanke des an dem Eingangsanschluß erzeugten Signals gemessen wird. Bei der steigenden Flanke des an dem Eingangsanschluß erzeugten Signals wird in der Empfangs-Zentraleinheit 102 entschieden, daß das pulsbreitenmodulierte Signal mit einer der gemessenen Zeit entsprechenden Datenlänge empfangen wird. Auf eine solche Weise kann die Empfangs-Zentraleinheit 102 die der Datenlänge des pulsbreitenmodulierten Signals entsprechenden Daten empfangen.

Bei einer ein pulsbreitenmoduliertes Signal verwendenden Datenübertragung kann ein Fehler bei einem gemessenen Wert in der Empfangs-Zentraleinheit 102 infolge einer Signalverzögerung zwischen der Sende-Zentraleinheit 101 und der Empfangs-Zentraleinheit 102 oder ein Fehler zwischen von den beiden Taktgeneratorabschnitten 14 und 28 zugeführten Taktsignalen verursacht werden. Wenn der Fehler bei dem gemessenen Wert verursacht wird, kann die Empfangs-Zentraleinheit 102 möglicherweise erkennen, daß die Empfangs-Zentraleinheit 102 von den ursprünglichen Daten abweichende Daten empfängt. Um diese Möglichkeit zu verhindern, korrigiert die Empfangs-Zentraleinheit 102 die gemessenen Datenlängen t_1 , t_2 und t_n .

Unter Bezug auf Fig. 16 wird nachstehend ein Korrekturverfahren beschrieben. Die Empfangs-Zentraleinheit 102 korrigiert die gemessene Datenlänge t_n entsprechend dem folgenden Ausdruck durch Verwendung eines Verhältnisses T/T_c eines gemessenen Wertes T_c zwischen einer an dem Eingangsanschluß erzeugten fallenden Flanke und der anschließend an dem Eingangsanschluß erzeugten fallenden Flanke zu dem ursprünglichen Impulszyklus T:

$$t_n' = t_n \cdot (T/T_c)$$

Dies kann den Fehler des gemessenen Wertes infolge der Signalverzögerung oder des Fehlers des Taktsignals verringern. Darüber hinaus offenbart die japanische Patentschrift (Kokai) Nr. 3-154428 ein Korrekturverfahren entsprechend dem vorstehenden Ausdruck, das einen Mittelwert einer Vielzahl von gemessenen Werten T_c verwendet.

Die japanische Patentschrift (Kokai) Nr. 5-292 042 offenbart ein anderes Verfahren zum Verringern des Fehlers des gemessenen Wertes. Im einzelnen wird vor einer Datenübertragung ein Referenzimpuls von dem Sendesystem zu dem Empfangssystem gesendet. Die Empfangs-Zentraleinheit mißt eine Breite des Referenzimpulses und korrigiert eine Impulsbreite eines daraufhin empfangenen pulsbreitenmodulierten Signals durch Verwendung des gemessenen Wertes und der ursprünglichen Breite des Referenzimpulses.

Das herkömmliche Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem weist den vorstehend beschriebenen Aufbau auf. Auf diese Weise ist es möglich, die Probleme der ständig erzeugten Signalverzögerung und des ständig erzeugten Fehlers des Taktsignals zu überwinden und ein weiteres Problem zu überwinden, das darin besteht, daß ein Zyklus als Ganzes erweitert oder zusammengezogen wird. Es besteht jedoch ein Nachteil dahingehend, daß es unmöglich ist, eine Signalverzögerung oder einen Fehler des Taktsignals zu beseitigen, der vorübergehend innerhalb eines Zyklusses verursacht wird.

Obwohl das Sendesystem und das Empfangssystem ein Intervall zwischen einem Punkt A und einem Punkt

B gemäß Fig. 16 als identisches Intervall erkennen können, kann beispielsweise ein durch das Empfangssystem erkannter Punkt C vorübergehend von dem ursprünglichen Punkt C infolge irgendeines Grundes abweichen. In diesem Fall werden bei dem herkömmlichen System durch das Empfangssystem erkannte Daten anstelle einer Ausführung der vorstehend beschriebenen Korrektur zu fehlerhaften Daten. Infolgedessen kann das Empfangssystem nicht erkennen, daß fehlerhafte Daten empfangen werden.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem zu schaffen, bei dem ein Datenfehler in einem Empfangssystem sicher erfaßt werden kann.

Erfindungsgemäß wird ein Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem geschaffen mit einer Signalsendes-5 schaltung zur Erzeugung eines Impulssignals mit einer Impulsbreite entsprechend einem Wert von Sendedaten durch Zählen von Impulsen in einem Taktsignal und zum Senden der erzeugten Impulssignale auf einer Übertragungsleitung in einem vorbestimmten Zyklus, einer Impulsbreiten-Meßschaltung zur Messung einer Länge einer Periode mit einem hohen Pegel und einer Länge einer Periode mit einem niedrigen-Pegel des von der Übertragungsleitung eingegebenen Impulssignals durch Verwendung eines Taktsignals mit einer Frequenz, die äquivalent zu einer Frequenz des bei der Signalsendes-20 schaltung verwendeten Taktsignals ist, und einer Vergleichsschaltung zum Vergleich der Summe der Länge der Periode mit hohem Pegel und der Länge der Periode mit niedrigem Pegel mit dem vorbestimmten Zyklus und zur Ausgabe eines Fehlersignals im Falle einer Abweichung. Gemäß dem vorstehend beschriebenen Aufbau ist es möglich, einen Datenfehler in dem Empfangssystem sicher zu erfassen.

Die Signalsendes-30 schaltung kann die Sendedaten in eine Vielzahl von Daten aufteilen und sämtliche Daten über die Übertragungsleitung in einem entsprechend dem Höchstwert der jeweils aufgeteilten Daten eingestellten Zyklus senden. Wenn Daten jeweils vier Bit nach der Aufteilung aufweisen, beträgt der Höchstwert der Daten beispielsweise 15 (in Dezimalschreibweise). In diesem Fall können die Daten in einer kurzen Zeit, d. h. mit einer hohen Geschwindigkeit übertragen werden.

Die Signalsendes-35 schaltung kann eine $(2^n - 1)$ Impulsen entsprechende Länge (wobei n eine positive Ganzzahl ist) bei dem Taktsignal als den vorbestimmten Zyklus verwenden. In diesem Fall ist bei dem in Binärschreibweise dargestellten Impulssignal die Länge der Periode mit hohem Pegel oder die Länge der Periode mit niedrigem Pegel das Komplement der anderen.

Infolgedessen ist es möglich, einen Datenfehler durch ein einfaches Vergleichsverfahren sicher zu erfassen.

Die Vergleichsschaltung kann als Eingangssignal die in Binärschreibweise dargestellte Länge der Periode mit hohem Pegel und die Länge der Periode mit niedrigem Pegel aus der Impulsbreiten-Meßschaltung annehmen und eine der Längen mit dem jeweiligen Komplement der anderen vergleichen, damit ein Fehlersignal im Falle einer Abweichung ausgegeben wird. Infolgedessen ist es möglich, einen Datenfehler mit einer einfacher festverdrahteten Schaltung bzw. mit einfacher Hardware sicher zu erfassen.

Bei dem Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem kann die Signalsendes-40 schaltung zu der Bit-Position niedriger Ordnung des niedrigstwertigen Bits der ursprünglichen in Binärschreibweise dargestellten Sende-

daten Blind- bzw. Hilfsbits hinzufügen und ein Impulssignal durch Betrachtung von Daten einschließlich der zusätzlichen Blindbits als Sendedaten erzeugen. In diesem Fall weist das Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem eine Daten-Wiederherstellungsschaltung zur Umwandlung einer bedeutenden Periode des von der Übertragungsleitung in einer binären Zahl eingegebenen Impulssignals und zur Wiederherstellung der ursprünglichen Sendedaten durch Entfernung von den Blindbits von der binären Zahl entsprechenden Bits auf. Der hier verwendete Ausdruck "bedeutende Periode" bezeichnet eine Periode mit hohem Pegel des eingegebenen Impulssignals, wenn die Signalsendes-45 schaltung einen Wert der Sendedaten entsprechend der Periode mit hohem Pegel des Impulssignals einstellt. Infolgedessen bezeichnet "bedeutende Periode" eine Periode mit niedrigem Pegel des eingegebenen Impulssignal, wenn die Signalsendes-50 schaltung den Wert der Sendedaten zum Entsprechen der Periode mit niedrigem Pegel des Impulssignals einstellt. In diesem Fall kann selbst dann, wenn binäre Sendedaten nur mit Nullen oder binäre Sendedaten nur mit Einsen übertragen werden, ein Impulssignal erzeugt werden. Das bedeutet, daß es möglich ist, die binären Sendedaten nur mit Nullen und die binären Sendedaten nur mit Einsen zu übertragen. Außerdem können selbst dann, wenn das Signal infolge irgendeiner Ursache transformiert ist, die ursprünglichen Daten in dem Empfangssystem solange genau erkannt werden, wie die ursprünglichen Daten weder nach oben noch nach unten verschoben werden.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der bevorzugten Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben. Es sei jedoch ausdrücklich bemerkt, daß die Zeichnung nur zum Zweck der Veranschaulichung und nicht als Definition der Grenzen der Erfindung dient.

Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild, das einen Aufbau eines Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystems gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt.

Fig. 2 zeigt ein Schaltbild, das einen beispielhaften Aufbau eines Vergleichsabschnitts darstellt.

Fig. 3 zeigt einen Zeitverlauf, bei dem Daten "AA(H)" durch ein pulsbreitenmoduliertes Signal übertragen werden.

Fig. 4 zeigt ein Blockschaltbild, das einen Aufbau eines Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystems gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt.

Fig. 5 zeigt ein Flußdiagramm, das die Arbeitsweise einer Sende-Zentraleinheit des Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystems gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt.

Fig. 6 zeigt ein Flußdiagramm, das die Arbeitsweise einer Empfangs-Zentraleinheit des Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystems gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt.

Fig. 7 zeigt einen Zeitverlauf, der ein pulsbreitenmoduliertes Signal in einem Fall darstellt, in dem die Daten "AA(H)" nach einer Halbierung bzw. Zweiteilung der Daten übertragen werden.

Fig. 8 zeigt ein Blockschaltbild, das einen Aufbau eines Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystems gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt.

Fig. 9 zeigt ein Schaltbild, das einen beispielhaften Aufbau eines Vergleichsabschnitts gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel darstellt.

Fig. 10 zeigt ein Flußdiagramm, das die Arbeitsweise einer Sende-Zentraleinheit eines Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystems gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt.

Fig. 11 zeigt ein Flußdiagramm, das die Arbeitsweise einer Sende-Zentraleinheit eines Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystems gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt.

Fig. 12 zeigt einen Zeitverlauf, der beispielhafte pulsweitenmodulierte Signale des Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystems gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt.

Fig. 13 zeigt ein Flußdiagramm, das die Arbeitsweise einer Empfangs-Zentraleinheit des Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystems gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt.

Fig. 14 zeigt ein Blockschaltbild, das einen Aufbau eines herkömmlichen Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystems darstellt.

Fig. 15 zeigt einen Zeitverlauf, der ein beispielhaftes herkömmliches pulsweitenmoduliertes Signal darstellt.

Fig. 16 zeigt einen Zeitverlauf, der ein Korrekturverfahren eines empfangenen pulsweitenmodulierten Signals veranschaulicht.

Ausführungsbeispiel 1

Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild, das einen Aufbau eines Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystems gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt. In der Figur bezeichnet Bezugszeichen 1 ein Sendesystem, 2 ein Empfangssystem und 3 eine Übertragungsleitung zur Datenübertragung. In dem Sendesystem 1 bezeichnet Bezugszeichen 11 einen Datengeneratorabschnitt zur Erzeugung von Daten, 12 einen Datenausgangsabschnitt zur Erzeugung eines den Daten aus dem Datengeneratorabschnitt 11 entsprechenden pulsweitenmodulierten Signals, 13 einen Zyklusbestimmungsabschnitt zur Bestimmung eines Zyklusses, in dem Daten übertragen werden, und 14 einen Taktgeneratorabschnitt zur Zufuhr eines Taktsignals zu dem Datenausgangsabschnitt 12 und dem Zyklusbestimmungsabschnitt 13. In diesem Fall bildet die Kombination des Datenausgangsabschnitts 12 und des Zyklusbestimmungsabschnitts 13 ein veranschaulichendes Ausführungsbeispiel der Signalsendesaltung.

In dem Empfangssystem 2 bezeichnet Bezugszeichen 21 einen Flankenerfassungsabschnitt zur Annahme des pulsweitenmodulierten Signals als Eingangssignal von der Übertragungsleitung 3, damit eine fallende Flanke und eine steigende Flanke des pulsweitenmodulierten Signals erfaßt werden, 22 einen Hochpegel-Impulsbreitenzähler zur Annahme des pulsweitenmodulierten Signals als Eingangssignal von der Übertragungsleitung 3, damit eine Länge einer Periode mit hohem Pegel des pulsweitenmodulierten Signals gemessen wird, 23 ein Niederpegel-Impulsbreitenzähler zur Annahme des pulsweitenmodulierten Signals als Eingangssignal von der Übertragungsleitung 3, damit eine Länge einer Periode mit niedrigem Pegel des pulsweitenmodulierten Signals gemessen wird, 24 einen Zwischenspeicherabschnitt zur Zwischenspeicherung eines Zählwerts des Hochpegel-Impulsbreitenzählers 22 und 25 einen Zwischenspeicherabschnitt zur Zwischenspeicherung eines Zählwerts des Niederpegel-Impulsbreitenzählers 23. Außerdem bezeichnet Bezugszeichen 27 einen Vergleichsabschnitt zum Vergleich eines durch den Zwischenspeicherabschnitt 24 zwischengespeicherten Wertes

mit einem durch den Zwischenspeicherabschnitt 25 zwischengespeicherten Wert, nachdem einer der Werte invertiert wurde, und zur Ausgabe eines Fehlersignals im Falle einer Abweichung, 26 einen Dateneingangsabschnitt zum Empfang des durch den Zwischenspeicherabschnitt 24 zwischengespeicherten Wertes als empfangene Datenlänge und zur Erfassung des Fehlersignals von dem Vergleichsabschnitt 27 und 28 einen Taktgeneratorabschnitt zur Zufuhr eines Taktsignals zu dem Hochpegel-Impulsbreitenzähler 22 und dem Niederpegel-Impulsbreitenzähler 23. Das Taktsignal aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 weist dieselbe Frequenz wie die des aus dem Taktgeneratorabschnitt 14 in dem Sendesystem 1 ausgegebenen Taktsignals auf. In diesem Fall bildet die Kombination des Hochpegel-Impulsbreitenzählers 22 und des Niederpegel-Impulsbreitenzählers 23 ein veranschaulichendes Ausführungsbeispiel der Impulsbreiten-Meßschaltung, und der Vergleichsabschnitt 27 stellt ein veranschaulichendes Ausführungsbeispiel der Vergleichsschaltung dar.

Fig. 2 zeigt ein Schaltbild, das einen beispielhaften Aufbau des Vergleichsabschnitts 27 darstellt. Gemäß der Figur weist der Vergleichsabschnitt 27 acht Exklusiv-Nicht-Oder-(EXNOR)-Schaltkreise 51 bis 58 mit einem ein Bit breiten Ausgang aus dem Zwischenspeicherabschnitt 24 als einem Eingang, Inverter-(NICHT)-Schaltkreise 41 bis 48 zur Invertierung und Zufuhr eines ein Bit breiten Ausgangssignals aus dem Zwischenspeicherabschnitt 25 zu dem anderen Eingang der entsprechenden Exklusiv-Nicht-Oder-Schaltkreise 51 bis 58 und einen invertierenden Und-(AND)-Schaltkreis 60 auf, in dem ein Ausgangssignal aus den Exklusiv-Nicht-Oder-Schaltkreisen 51 bis 58 logisch multipliziert wird. In diesem Fall bildet der Nicht-Und-Schaltkreis 60 ein veranschaulichendes Ausführungsbeispiel eines Vergleichers.

Nachstehend wird die Arbeitsweise anhand einer Übertragung von acht Bit breiten Daten als ein Beispiel beschrieben. Ein Impuls mit einer einem Datenwert entsprechenden Impulsbreite wird als das pulsweitenmodulierte Signal übertragen. Bei diesem Beispiel wird der Datenwert entsprechend einer Periode mit hohem Pegel eines Impulses eines pulsweitenmodulierten Signals eingestellt. Außerdem werden sämtliche Daten innerhalb eines Zyklusses mit 255 Impulsen des Taktsignals aus dem Taktgeneratorabschnitt 24 übertragen. Infolgedessen ist es möglich, sämtliche Daten mit jedem der Impulszahl "1" bis zu der Impulszahl "254" entsprechenden Wert zu übertragen.

Der Datengeneratorabschnitt 11 überträgt die zu übertragenden acht Bit breiten Daten zu dem Datenausgangsabschnitt 12. Der Zyklusbestimmungsabschnitt 13 zählt die Anzahl der Impulse aus dem Taktgeneratorabschnitt 14 und führt ein Einzyklus-Startsignal zu dem Datenausgangsabschnitt 12 jedesmal dann zu, wenn der Zählwert zu 255 wird. Der Datenausgangsabschnitt 12 empfängt das Einzyklus-Startsignal aus dem Zyklusbestimmungsabschnitt 13 und stellt ein auf die Übertragungsleitung 3 ausgegebenes Signal auf einen hohen Zustand ein, falls irgendwelche Daten aus dem Datengeneratorabschnitt 11 eingegeben werden. Außerdem zählt der Datenausgangsabschnitt 12 die Impulsanzahl des Taktsignals aus dem Taktgeneratorabschnitt 14 und stellt das auf die Übertragungsleitung 3 ausgegebene Signal auf einen niedrigen Zustand ein, falls der Zählwert identisch mit den aus dem Datengeneratorabschnitt 11 eingegebenen Daten ist. Wenn der Datenausgangsabschnitt 12 das Einzyklus-Startsignal aus dem

Zyklusbestimmungsabschnitt 13 empfängt, stellt der Datenausgangsabschnitt 12 daraufhin das auf die Übertragungsleitung 3 ausgegebene Signal auf den hohen Zustand ein. Entsprechend der vorstehend beschriebenen Arbeitsweise ist es möglich, den Schritt der Ausgabe des einem Datenwert entsprechenden pulsbreitenmodulierten Signals auf die Übertragungsleitung 3 abzuschließen und eine Übertragung der nächsten Daten zu beginnen.

Falls es keine anschließend zu übertragenden Daten gibt, können niedrigwertige Daten oder entsprechende Blind- bzw. Hilfsdaten über die Übertragungsleitung 3 gesendet werden.

Fig. 3 zeigt einen Zeitverlauf, bei dem Daten "AA(H)" durch ein pulsbreitenmoduliertes Signal übertragen werden. Die hier verwendete Bezeichnung "(H)" bedeutet Hexadezimalzahl. Gemäß der Figur wird ein Signal mit hohem Pegel auf die Übertragungsleitung 3 für eine Periode ausgegeben, die aus dem Taktgeneratorabschnitt 14 ausgegebenen 170 Impulsen (= AA(H)) entspricht. Außerdem wird ein Signal mit niedrigem Pegel auf die Übertragungsleitung 3 für eine Periode ausgegeben, die "FF(H)" – "AA(H)" = "55(H)" Impulsen, d. h. "85(D)" Impulsen entspricht. Die hier verwendete Bezeichnung "(D)" bedeutet Dezimalzahl.

In dem Empfangssystem 2 verwendet der Hochpegel-Impulsbreitenzähler 22 das Taktsignal aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 zur Messung einer Länge der Periode mit hohem Pegel des Signals auf der Übertragungsleitung 3. Das bedeutet, daß der Hochpegel-Impulsbreitenzähler 22 die Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 für eine Periode zählt, für die das Signal auf der Übertragungsleitung 3 auf hohem Pegel gehalten wird. Der Zählwert des Hochpegel-Impulsbreitenzählers 22 wird durch den Zwischenspeicherabschnitt 24 zwischengespeichert, wenn der Flankenerfassungsabschnitt 21 eine fallende Flanke des Signals auf der Übertragungsleitung 3 erfaßt.

Außerdem verwendet der Niederpegel-Impulsbreitenzähler 23 das Taktsignal aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 zur Messung einer Länge einer Periode mit niedrigem Pegel des Signals auf der Übertragungsleitung 3. Das bedeutet, daß der Niederpegel-Impulsbreitenzähler 23 die Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 für eine Periode zählt, für die das Signal auf der Übertragungsleitung 3 auf niedrigem Pegel gehalten wird. Der Zählwert des Niederpegel-Impulsbreitenzählers 23 wird durch den Zwischenspeicherabschnitt 25 zwischengespeichert, wenn der Flankenerfassungsabschnitt 21 eine steigende Flanke des Signals auf der Übertragungsleitung 3 erfaßt. In diesem Fall sind der Hochpegel-Impulsbreitenzähler 22 und der Niederpegel-Impulsbreitenzähler 23 8-Bit-Zähler, und die durch acht Bit dargestellten Zählwerte werden durch die Zwischenspeicherabschnitte 24 und 25 zwischengespeichert. Daraufhin werden jeweils acht Bit breite Daten in den Vergleichsabschnitt 27 aus den Zwischenspeicherabschnitten 24 bzw. 25 eingegeben.

In den Vergleichsabschnitt 27 wird ein Bit von Daten aus dem Zwischenspeicherabschnitt 24 in einen Eingang der Exklusiv-Nicht-Oder-Schaltkreise 51 bis 58 eingegeben. In diesem Fall wird aus den Daten aus dem Zwischenspeicherabschnitt 24 das X. Bit in den Exklusiv-Nicht-Oder-Schaltkreis 5X eingegeben (X liegt in dem Bereich von 1 bis 8). Daten aus dem Zwischenspeicherabschnitt 25 werden durch die Nicht-Schaltkreise 41 bis 48 invertiert und danach in den anderen Eingang der Exklusiv-Nicht-Oder-Schaltkreise 51 bis 58 eingegeben.

Von den Daten aus dem Zwischenspeicherabschnitt 25 wird das X. Bit in den Nicht-Schaltkreis 4X eingegeben (X liegt in dem Bereich von 1 bis 8).

"FF(H)" kann als die Summe der Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 14 für die Periode mit hohem Pegel des aus dem Sendesystem 1 ausgegeben pulsbreitenmodulierten Signals und die Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 14 für die Periode mit niedrigem Pegel erhalten werden. Das bedeutet, daß in Binärschreibweise die Impulsanzahl für die Periode mit hohem Pegel äquivalent zu dem jeweiligen Komplement der Impulsanzahl für die Periode mit niedrigem Pegel ist.

Bei dem für eine Messung der Länge der Periode durch den Hochpegel-Impulsbreitenzähler 22 und den Niederpegel-Impulsbreitenzähler 23 verwendeten Taktsignal ist die Frequenz identisch mit einer Frequenz des zu einem Zeitpunkt der Erzeugung des pulsbreitenmodulierten Signals in dem Sendesystem 1 verwendeten Taktsignals. Daher sollte "FF(H)" als die Summe der Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 für die Periode mit hohem Pegel des empfangenen pulsbreitenmodulierten Signals und die Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 für die Periode mit niedrigem Pegel erhalten werden. Mit anderen Worten sollte in Binärschreibweise die Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 für die Periode mit hohem Pegel äquivalent zu dem jeweiligen Komplement der Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 für die Periode mit niedrigem Pegel sein.

Die Exklusiv-Nicht-Oder-Schaltkreise 51 bis 58 vergleichen das Ausgangssignal aus dem Zwischenspeicherabschnitt 24 mit einem Ausgangssignal aus dem Zwischenspeicherabschnitt 25 durch die Nicht-Schaltkreise 41 bis 48, d. h. sie vergleichen die Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 für die Periode mit hohem Pegel des empfangenen pulsbreitenmodulierten Signals mit dem jeweiligen Komplement der Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 für die Periode mit niedrigem Pegel. Im Falle einer Übereinstimmung beider Ausgangssignale geben sämtliche Exklusiv-Nicht-Oder-Schaltkreise 51 bis 58 Signale mit hohem Pegel aus. In diesem Fall gibt der Nicht-Und-Schaltkreis 60 ein Signal mit niedrigem Pegel aus. Falls eingegebene Werte in einen oder mehreren Schaltkreisen von den Exklusiv-Nicht-oder-Schaltkreisen 51 bis 58 nicht identisch sind, gibt der Nicht-Und-Schaltkreis 60 ein Signal mit hohem Pegel aus. Das bedeutet, daß, wenn "FF(H)" nicht als die Summe der Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 für die Periode mit hohem Pegel des empfangenen pulsbreitenmodulierten Signals und die Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 für die Periode mit niedrigem Pegel erhalten werden können, der Nicht-Und-Schaltkreis 60 das Signal mit hohem Pegel als Fehlersignal ausgibt.

Wenn der Flankenerfassungsabschnitt 21 eine fallende Flanke (d. h. ein Endpunkt der Periode mit hohem Pegel des Signals auf der Übertragungsleitung 3) oder eine steigende Flanke (d. h. ein Endpunkt eines Zyklus) erfaßt, nimmt der Dateneingangsabschnitt 26 als Eingangssignal den durch den Zwischenspeicherabschnitt 24 zwischengespeicherten Wert auf. Der Wert ist äquivalent zu einem Wert der empfangenen Daten. Wenn der Flankenerfassungsabschnitt 28 eine steigende Flanke erfaßt, bestätigt der Dateneingangsabschnitt 26 außerdem, ob ein Fehlersignal aus dem Vergleichsabschnitt 27 ausgegeben wird oder nicht. Falls kein Fehlersignal ausgegeben wird, kann der Dateneingangsab-

schnitt 26 die empfangenen Daten als korrekt ansehen. Falls das Fehlersignal ausgegeben wird, kann der Dateneingangsabschnitt 26 erfassen, daß fehlerhafte Daten infolge beispielsweise von Rauschen auf der Übertragungsleitung 3 empfangen werden.

Das Ausgangssignal aus dem Zwischenspeicherabschnitt 25 wird invertiert und daraufhin in die Exklusiv-Nicht-Oder-Schaltkreise 51 bis 58 gemäß dem Ausführungsbeispiel eingegeben. Es sei jedoch bemerkt, daß das Ausgangssignal aus dem Zwischenspeicherabschnitt 24 anstelle des Ausgangssignals aus dem Zwischenspeicherabschnitt 25 invertiert werden kann.

Wie vorstehend beschrieben ist es möglich, einen Datenfehler in dem Empfangssystem durch Erfassen sicher zu erfassen, ob die Summe der Periode mit hohem Pegel und der Periode mit niedrigem Pegel des empfangenen pulsbreitenmodulierten Signals identisch mit einem ursprünglichen Zyklus ist. Insbesondere dann, wenn dieser eine Zyklus $[2^n - 1]$ Impulsen des Taktsignals entspricht (wobei n eine positive Ganzzahl ist), kann der Datenfehler gemäß dem Ausführungsbeispiel leicht dadurch erfaßt werden, daß der der Periode mit hohem Pegel entsprechende Zählwert oder der der Periode mit niedrigem Pegel entsprechende Zählwert invertiert wird und danach die Werte verglichen werden.

Ausführungsbeispiel 2

Fig. 4 zeigt ein Blockschaltbild, das einen Aufbau eines Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystems gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt. In der Figur bezeichnet Bezugszeichen 71 eine Sende-Zentraleinheit, 72 eine Empfangs-Zentraleinheit und 3 eine Übertragungsleitung zur Datenübertragung. In diesem Fall wird ein pulsbreitenmoduliertes Signal über einen in die Zentraleinheit eingebauten universellen Eingangs-/Ausgangsanschluß gesendet sowie über einen universellen Eingangs-/Ausgangsanschluß und einen Interrupt- bzw. Unterbrechungsanschluß empfangen. In diesem Fall bildet die Sende-Zentraleinheit 71 ein veranschaulichendes Ausführungsbeispiel der Signalsendeschaltung und die Empfangs-Zentraleinheit 72 ein veranschaulichendes Ausführungsbeispiel der Vergleichsschaltung.

Nachstehend wird unter Bezug auf die Flußdiagramme von Fig. 5 und 6 die Arbeitsweise beschrieben. Wie bei dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel wird angenommen, daß ein Zyklus 255 Impulsen entspricht. Fig. 5 zeigt ein Flußdiagramm, das die Arbeitsweise der Sende-Zentraleinheit 71 darstellt. Die Sende-Zentraleinheit 71 sendet ein Signal auf die Übertragungsleitung 3 in einem hohen Zustand über den Ausgangsanschluß zu einem Beginn-Zeitpunkt eines Zyklusses (Schritt ST1). Dann wird ein interner Taktgeber gestartet (Schritt ST2). Der Taktgeber verwendet direkt ein Taktsignal aus einem Taktgeneratorabschnitt 14 oder verwendet das Taktsignal durch Teilung dessen Frequenz. Wenn der Taktgeber einer Datenlänge entsprechende Impulse zählt, stellt die Sende-Zentraleinheit 71 das Signal auf der Übertragungsleitung 3 in einen niedrigen Zustand über den Ausgangsanschluß ein (Schritte ST3 und ST4). Wenn der Taktgeber dem einen Zyklus entsprechende Impulse zählt, kehrt der Ablauf zu dem Schritt ST1 in der Sende-Zentraleinheit 71 zurück. Wie vorstehend beschrieben ist es auch möglich, das pulsbreitenmodulierte Signal durch Programm- bzw. Software-Verarbeitung zu senden.

Fig. 6 zeigt ein Flußdiagramm, das die Arbeitsweise

der Empfangs-Zentraleinheit 72 darstellt. Gemäß Fig. 4 ist in der Empfangs-Zentraleinheit 72 die Übertragungsleitung 3 in den Eingangsanschluß und den Interrupt- bzw. Unterbrechungs-Anschluß zur Erfassung einer Erzeugung einer Unterbrechung durch eine steigende Flanke geführt. Die in Fig. 6 dargestellte Verarbeitung wird gestartet, wenn eine anfängliche Veränderung bei einem Anstieg eines in den Interrupt-Anschluß eingegebenen Signals verursacht wird. Wenn die Veränderung bei dem Anstieg des in den Interrupt-Anschluß eingegebenen Signals verursacht wird, startet die Empfangs-Zentraleinheit 72 einen ersten internen Taktgeber (Schritt ST11). Der interne Taktgeber in der Empfangs-Zentraleinheit 72 verwendet direkt ein Taktsignal aus einem Taktgeneratorabschnitt 28 oder verwendet das Taktsignal durch Teilung dessen Frequenz. Wie vorstehend beschrieben weist das Taktsignal aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 dieselbe Frequenz wie die des Taktsignals aus dem Taktgeneratorabschnitt 14 in dem Sendesystem auf. Außerdem zählt der interne Taktgeber in der Empfangs-Zentraleinheit 72 beginnend von Null.

Die Empfangs-Zentraleinheit 72 nimmt als Eingangssignal das Signal auf der Übertragungsleitung 3 über den Eingangsanschluß an und überwacht, ob das Signal fällt oder nicht. Wenn der erste Taktgeber "FF(H)" zählt, ohne daß eine fallende Flanke in dem Signal auf der Übertragungsleitung 3 erzeugt wurde (Schritt ST13), entscheidet die Empfangs-Zentraleinheit 72, daß ein Fehler in dem übertragenen pulsbreitenmodulierten Signal verursacht wurde, und zeigt einen Fehler an (Schritt ST14). Eine Periode mit hohem Pegel des pulsbreitenmodulierten Signals ist geringer als die Impulsanzahl "FF(H)". Wenn die Periode mit hohem Pegel des Signals auf der Übertragungsleitung 3 für eine Periode der Impulsanzahl "FF(H)" oder mehr gehalten wird, kann die Empfangs-Zentraleinheit 72 erkennen, daß ein Fehler vorliegt.

Falls eine fallende Flanke in dem Signal auf der Übertragungsleitung 3 erzeugt wird (Schritt ST12), stoppt die Empfangs-Zentraleinheit 72 einen Zählvorgang des ersten internen Taktgebers (Schritt ST15). Daraufhin wird ein zweiter interner Taktgeber zur Messung einer Zeit von einer Periode mit niedrigem Pegel des Signals auf der Übertragungsleitung 3 gestartet (Schritt ST16). Zum selben Zeitpunkt wird der Zählwert des ersten internen Taktgebers erfaßt (Schritt ST17).

Wenn der erste interne Taktgeber "FF(H)" zählt, ohne daß eine steigende Flanke in dem Signal auf der Übertragungsleitung 3 erzeugt wird (Schritt ST19), entscheidet die Empfangs-Zentraleinheit 72, daß ein Fehler in dem übertragenen pulsbreitenmodulierten Signal vorliegt, und zeigt einen Fehler an (Schritt ST20). Wenn die steigende Flanke in dem Signal auf der Übertragungsleitung 3 erzeugt wird (Schritt ST18), stoppt die Empfangs-Zentraleinheit 72 einen Zählvorgang des zweiten internen Taktgebers (Schritt ST21). Dann wird der Zählwert des zweiten internen Taktgebers erfaßt (Schritt ST22). Die Empfangs-Zentraleinheit 72 addiert den Zählwert des zweiten internen Taktgebers, der eine Länge der Periode mit niedrigem Pegel des Signals auf der Übertragungsleitung 3 darstellt, zu dem bei dem Schritt ST17 erhaltenen Zählwert des ersten internen Taktgebers, der eine Länge der Periode mit hohem Pegel darstellt (Schritt ST23).

Falls die sich ergebende Summe "FF(H)" ist, erkennt die Empfangs-Zentraleinheit 72, daß die empfangenen Daten normal sind (Schritt ST24 und ST25). Der hier verwendete Begriff "empfangene Daten" bezeichnet

Daten, deren Datenlänge durch den bei dem Schritt ST17 erhaltenen Zählwert dargestellt ist. Falls die sich ergebende Summe nicht "FF(H)" ist, zeit dies, daß ein Zyklus des empfangenen pulsbreitenmodulierten Signals von einem regulären Zyklus infolge irgendeiner Ursache verschieden ist. Auf diese Weise erkennt die Empfangs-Zentraleinheit 72, daß die empfangenen Daten nicht normal sind. Deswegen zeigt die Empfangs-Zentraleinheit 72 einen Fehler an (Schritt ST26).

Wie vorstehend beschrieben ist es auch möglich, einen Datenfehler durch Programm- bzw. Softwareverarbeitung sicher zu erfassen. Obwohl gemäß dem Ausführungsbeispiel zwei interne Taktgeber beschrieben worden sind, kann ein interner Taktgeber als die beiden internen Taktgeber vorgesehen sein.

Ausführungsbeispiel 3

Eine Länge eines Zyklusses wird entsprechend dem Maximal- bzw. Höchstwert von übertragenen Daten eingestellt. Wenn viele Arten von Daten übertragen werden, sollte daher die Länge eines Zyklusses erweitert werden, was zu einer für eine Datenübertragung erforderliche erweiterte Zeitperiode führt. Wenn beispielsweise ein Taktsignal zur Erzeugung eines pulsbreitenmodulierten Signals eine Frequenz von 5 MHz hat, weist das Taktsignal einen Zyklus von 0,2 µs auf. Deswegen hat zur Übertragung von acht Bit breiten Daten das pulsbreitenmodulierte Signal einen Zyklus von 51 (0,2 × 255) µs. Es ist jedoch möglich, die Daten in einer kurzen Zeitperiode durch Aufteilung der Daten vor der Übertragung zu übertragen.

Nachstehend wird ein Fall beschrieben, in dem Daten nach einer Halbierung bzw. Zweiteilung der Daten übertragen werden. Fig. 7 zeigt einen Zeitverlauf, der ein pulsbreitenmoduliertes Signal in einem Fall darstellt, in dem die Daten "AA(H)" nach der Halbierung der Daten übertragen werden. Wie aus der Figur ersichtlich werden die vier höherwertigen Bits der Daten anfänglich als ein Datenwert übertragen. Daraufhin werden vier niederwertige Bits als ein Datenwert übertragen. Wenn das Taktsignal zur Erzeugung des pulsbreitenmodulierten Signals die Frequenz von 5 MHz aufweist, können gemäß dem Verfahren die acht Bit breiten Daten in einer Zeit von 6 µs (= 0,2 × 15 × 2) vollständig übertragen werden.

Fig. 8 zeigt ein Blockschaltbild, das ein veranschaulichendes Ausführungsbeispiel darstellt, bei dem das vorstehend beschriebene Verfahren ausgeführt werden kann. Wie bei der voranstehenden Diskussion wird eine Art der Übertragung der acht Bit breiten Daten als ein Beispiel beschrieben. Der Aufbau gemäß Fig. 8 unterscheidet sich von dem in Fig. 1 dargestellten Aufbau in den folgenden Punkten. Im einzelnen werden bei einem Sendesystem 1a in einem Datenausgangsabschnitt 12a eingegebene Daten in vier Bit enthaltende zwei Datenteile aufgeteilt und danach übertragen. Außerdem gibt ein Zyklusbestimmungsabschnitt 13a ein Einzyklus-Startsignal aus, wenn 15 Impulse gezählt werden. In einem Empfangssystem 2a sind ein Hochpegel-Impulsbreitenzähler 22a und ein Niederpegel-Impulsbreitenzähler 23a 4-Bit-Zähler, und Zwischenspeicherabschnitte 24a bzw. 25a geben jeweils vier Bit breite Daten zu einem Vergleichsabschnitt 27a aus. Außerdem regeneriert ein Dateneingangsabschnitt 26a acht Bit breite Daten durch Kombination der aus dem Zwischenspeicherabschnitt 24a eingegebenen zweimal vier Bit breiten Daten. In diesem Fall bildet die Kombination des Daten-

ausgangsabschnitts 12a und des Zyklusbestimmungsabschnitts 13a ein veranschaulichendes Ausführungsbeispiel einer Signalsendesaltung. Die Kombination des Hochpegel-Impulsbreitenzählers 22a und des Niederpegel-Impulsbreitenzählers 23a bilden ein veranschaulichendes Ausführungsbeispiel eines Pulsbreitenzählers, und der Vergleichsabschnitt 27a bildet ein veranschaulichendes Ausführungsbeispiel der Vergleichsschaltung.

Gemäß Fig. 9 weist der Vergleichsabschnitt 27a vier Exklusiv-Nicht-Oder-Schaltkreise 51 bis 54 mit einem 1-Bit-Ausgang aus dem Zwischenspeicherabschnitt 24a als einem Eingang, Nicht-Schaltkreise 41 bis 44 zur Invertierung und Zufuhr eines ein Bit breiten Ausgangssignals aus dem Zwischenspeicherabschnitt 25a zu dem anderen Eingang der entsprechenden Exklusiv-Nicht-Oder-Schaltkreise 51 bis 54 und ein Nicht-Und-Schaltkreis 60a auf, in dem ein Ausgangssignal aus den Exklusiv-Nicht-oder-Schaltkreisen 51 bis 54 logisch multipliziert wird. In diesem Fall bildet der Nicht-Und-Schaltkreis 60 ein veranschaulichendes Ausführungsbeispiel einer Vergleichsschaltung.

Nachstehend wird die Arbeitsweise beschrieben. In einem Sendesystem 1a sendet ein Datengeneratorabschnitt 11 zu übertragende acht Bit breite Daten zu dem Datenausgangsabschnitt 12a. Der Zyklusbestimmungsabschnitt 13a zählt die Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 14 und führt das Einzyklus-Startsignal zu dem Datenausgangsabschnitt 12a jedesmal dann zu, wenn der Zählwert zu 15 wird. Der Datenausgangsabschnitt 12a empfängt das Einzyklus-Startsignal aus dem Zyklusbestimmungsabschnitt 13a und setzt ein auf eine Übertragungsleitung 3 ausgegebenes Signal auf einen hohen Zustand, falls Daten aus dem Datengeneratorabschnitt 11 eingegeben werden. Außerdem zählt der Datenausgangsabschnitt 12a die Impulsanzahl eines Taktsignals aus dem Taktgeneratorabschnitt 14 und setzt das auf die Übertragungsleitung 3 ausgegebene Signal auf einen niedrigen Zustand, falls der Zählwert identisch mit einem Datenwert ist, der durch vier höherwertige Bits der acht Bit breiten Daten dargestellt ist, die aus dem Datengeneratorabschnitt 11 eingegeben werden.

Wenn der Datenausgangsabschnitt 12a das Einzyklus-Startsignal aus dem Zyklusbestimmungsabschnitt 13a empfängt, setzt der Datenausgangsabschnitt 12a daraufhin das auf die Übertragungsleitung 3 ausgegebene Signal in den hohen Zustand und startet erneut zur Zählung von Impulsen des Taktsignals aus dem Taktgeneratorabschnitt 14. Außerdem zählt der Datenausgangsabschnitt 12a die Impulsanzahl des aus dem Taktgeneratorabschnitt 14 ausgegebenen Taktsignals und stellt das auf die Übertragungsleitung 3 ausgegebene Signal in einem niedrigen Zustand ein, falls der Zählwert identisch mit einem Datenwert ist, der durch vier niederwertige Bits der aus dem Datengeneratorabschnitt 11 eingegebenen acht Bit breiten Daten dargestellt ist. Wenn der Datenausgangsabschnitt 12a das Einzyklus-Startsignal aus dem Zyklusbestimmungsabschnitt 13a empfängt, setzt der Datenausgangsabschnitt 12a daraufhin das auf die Übertragungsleitung 3 ausgegebene Signal in den hohen Zustand. Gemäß der vorstehend beschriebenen Arbeitsweise ist es möglich, das den acht Bit breiten Daten entsprechende pulsbreitenmodulierte Signal über die Übertragungsleitung 3 zu senden und eine Übertragung der nächsten Daten zu starten.

In dem Empfangssystem 2a verwendet der Hochpegel-Impulsbreitenzähler 22a ein Taktsignal aus einem Taktgeneratorabschnitt 28 zur Messung einer Länge einer Periode mit hohem Pegel des Signals auf der Über-

tragungsleitung 3. Der Zählwert des Hochpegel-Impulsbreitenzählers 22a wird durch den Zwischenspeicherabschnitt 24a zwischengespeichert, wenn ein Flankenerfassungsabschnitt eine fallende Flanke des Signals auf der Übertragungsleitung 3 erfaßt.

Außerdem verwendet der Niederpegel-Impulsbreitenzähler 23a das Taktsignal aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 zur Messung einer Länge einer Periode mit niedrigem Pegel des Signals auf der Übertragungsleitung 3. Der Zählwert des Niederpegel-Impulsbreitenzählers 23a wird durch den Zwischenspeicherabschnitt 25a zwischengespeichert, wenn der Flankenerfassungsabschnitt eine steigende Flanke des Signals auf der Übertragungsleitung 3 erfaßt. Vier Bit breite Daten werden jeweils in den Vergleichsabschnitt 27a aus den Zwischenspeicherabschnitten 24a bzw. 25a eingegeben.

In dem Vergleichsabschnitt 27a wird von den Daten aus dem Zwischenspeicherabschnitt 24a ein Bit in einen Eingang der Exklusiv-Nicht-oder-Schaltkreise 51 bis 54 eingegeben. Daten aus dem Zwischenspeicherabschnitt 25a werden durch die Nicht-Schaltkreise 41 bis 44 invertiert und danach in den anderen Eingang der Exklusiv-Nicht-Oder-Schaltkreise 51 bis 54 eingegeben.

"OF(H)" kann als die Summe der Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 14 für die Periode mit hohem Pegel des aus dem Sendesystem 1a ausgegebenen pulsbreitenmodulierten Signals und die Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 14 für die Periode mit niedrigem Pegel erhalten werden. "OF(H)" sollte als die Summe der Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 für eine Periode mit hohem Pegel des empfangenen pulsbreitenmodulierten Signals und die Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 für die Periode mit niedrigem Pegel erhalten werden.

Die Exklusiv-Nicht-Oder-Schaltkreise 51 bis 54 vergleichen das Ausgangssignal aus dem Zwischenspeicherabschnitt 24a mit dem Ausgangssignal aus dem Zwischenspeicherabschnitt 25a, d. h. sie vergleichen die Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 für die Periode mit hohem Pegel des empfangenen pulsbreitenmodulierten Signals mit dem jeweiligen Komplement der Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 für die Periode mit niedrigem Pegel. Im Falle einer Übereinstimmung beider Ausgangssignale geben sämtliche Exklusiv-Nicht-oder-Schaltkreise 51 bis 54 Signale mit hohem Pegel aus. In diesem Fall gibt der Nicht-Und-Schaltkreis 60a ein Signal mit niedrigem Pegel aus. Falls eingegebene Werte bei einem oder mehreren Schaltkreisen von den Exklusiv-Nicht-Oder-Schaltkreisen 51 bis 54 nicht identisch sind, gibt der Nicht-Und-Schaltkreis 60a ein Signal mit hohem Pegel aus. Das bedeutet, daß, wenn "OF(H)" nicht als die Summe der Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 für die Periode mit hohem Pegel des empfangenen pulsbreitenmodulierten Signals und die Impulsanzahl aus dem Taktgeneratorabschnitt 28 für die Periode mit niedrigem Pegel erhalten werden kann, der Nicht-Und-Schaltkreis 60a das Signal mit hohem Pegel als Fehlersignal ausgibt.

Darüber hinaus wird in dem Flankenerfassungsabschnitt 21, dem Hochpegel-Impulsbreitenzähler 22a, dem Niederpegel-Impulsbreitenzähler 23a, den Zwischenspeicherabschnitten 24a sowie 25a und dem Vergleichsabschnitt 27a die vorstehend beschriebene Verarbeitung bezüglich einer Periode mit hohem Pegel und einer Periode mit niedrigem Pegel eines daraufhin empfangenen Signals wiederholt.

Wenn der Flankenerfassungsabschnitt 21 eine fallende Flanke (d. h. ein Endpunkt der Periode mit hohem

Pegel des Signals auf der Übertragungsleitung 3) oder eine steigende Flanke (d. h. ein Endpunkt eines Zyklus) erfaßt, nimmt der Dateneingangsabschnitt 26a als Eingangssignal den durch den Zwischenspeicherabschnitt 24a zwischengespeicherten Wert an. Der Wert ist äquivalent zu einem Wert der empfangenen vier Bit breiten Daten. Da der Flankenerfassungsabschnitt 21 den Anstieg und den Abfall zweimal für jede Übertragung von jeweils acht Bit breiten Daten erfassen sollte, kann der Dateneingangsabschnitt 26a zweimal vier Bit breite Daten erhalten. Wenn der Flankenerfassungsabschnitt 21 den Anstieg erfaßt, bestätigt der Dateneingangsabschnitt 26a außerdem, ob ein Fehlersignal aus dem Vergleichsabschnitt 27a ausgegeben wird oder nicht. Falls kein Fehlersignal ausgegeben wird, kann der Dateneingangsabschnitt 26a die empfangenen Daten als korrekt betrachten. Falls das Fehlersignal ausgegeben wird, kann der Dateneingangsabschnitt 26a erkennen, daß fehlerhafte Daten beispielsweise infolge von Rauschen auf der Übertragungsleitung 3 empfangen werden.

Wenn das Fehlersignal niemals ausgegeben wird, regeneriert der Dateneingangsabschnitt 26a die binären einmal acht Bit breiten Daten durch Kombination der zweimal vier Bit breiten Daten.

Das Ausgangssignal aus dem Zwischenspeicherabschnitt 25a wird invertiert und danach in die Exklusiv-Nicht-Oder-Schaltkreise 51 bis 54 gemäß dem Ausführungsbeispiel eingegeben. Es sei jedoch bemerkt, daß das Ausgangssignal aus dem Zwischenspeicherabschnitt 24a anstelle des Ausgangssignals aus dem Zwischenspeicherabschnitt 25a invertiert werden kann.

Wie vorstehend beschrieben ist es möglich, eine für eine Datenübertragung erforderliche Zeit durch Halbierung der acht Bit breiten Daten vor der Übertragung zu verringern. Außerdem ist es möglich, einen Datenfehler in dem Empfangssystem durch Erfassung sicher zu erfassen, ob die Summe der Periode mit hohem Pegel und der Periode mit niedrigem Pegel des empfangenen pulsbreitenmodulierten Signals identisch mit einem ursprünglichen Zyklus ist. Obwohl die Datenübertragung nach einer Halbierung der Daten beschrieben worden ist, muß bemerkt werden, daß der Grad der Teilung erhöht werden kann.

Ausführungsbeispiel 4

Gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel wird das Verfahren zur Halbierung und Übertragung der Daten durch eine festverdrahtete Schaltung bzw. Hardware implementiert. Es ist auch möglich, dasselbe Verfahren durch Programme bzw. Software bei dem in Fig. 4 dargestellten Aufbau zu implementieren. Fig. 10 zeigt ein Flußdiagramm, das die Schritte in einem Fall darstellt, in dem das Verfahren durch Programme bzw. Software implementiert wird.

Eine Sendezentraleinheit 71 teilt zu übertragende acht Bit breite Daten in höherwertige vier Bit breite Daten und niederwertige vier Bit breite Daten auf (Schritt ST31). Zu einem Beginn-Zeitpunkt eines Zyklus wird ein Signal auf einer Übertragungsleitung 3 in einen hohen Zustand über einen Ausgangsanschluß gesetzt (Schritt ST32). Außerdem wird ein interner Taktgeber gestartet (Schritt ST33). Der Taktgeber verwendet direkt ein Taktsignal aus einem Taktgeneratorabschnitt 14 oder verwendet das Taktsignal durch Teilung dessen Frequenz. Wenn der Taktgeber einem durch vier höherwertige Bits der acht Bit breiten Daten

dargestellten Wert entsprechende Impulse zählt, stellt die Sende-Zentraleinheit 71 das Signal auf der Übertragungsleitung 3 über den Ausgangsanschluß in einem hohen Zustand ein (Schritte ST34 und ST35). Wenn der Taktgeber einem Zyklus entsprechende Impulse zählt (Schritt ST36), fährt der Ablauf in der Zentraleinheit mit einem Schritt ST37 fort.

Bei den Schritten ST37 bis ST40 wiederholt die Sende-Zentraleinheit 71 dieselbe Verarbeitung wie die in den Schritten ST32 bis ST35 bezüglich des durch die vier niederwertigen Bits der acht Bit breiten Daten dargestellten Wertes. Wenn der Taktgeber die dem einen Zyklus entsprechende Impulse zählt, kehrt der Ablauf in der Zentraleinheit zu dem Schritt ST31 zurück.

Gemäß der vorstehend beschriebenen Arbeitsweise wird ein in Fig. 7 dargestelltes pulsbreitenmoduliertes Signal über die Übertragungsleitung 3 übertragen.

Ein Empfangs-Zentraleinheit 72 führt die Verarbeitung gemäß dem in Fig. 6 dargestellten Flußdiagramm zweimal bezüglich jeweils einmal acht Bit breiten Daten aus. In diesem Fall wird bei den Schritten ST13, ST19 sowie ST24 "OF(H)" für einen Vergleich verwendet. Außerdem werden bei dem zweiten Schritt ST25 die bei dem zweiten Schritt ST17 erhaltenen zweimal vier Bit breiten Daten zur Regeneration der einmal acht Bit breiten Daten miteinander kombiniert.

Ausführungsbeispiel 5

Gemäß den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen können, wenn acht Bit breite Daten "11111111" oder "00000000" sind, die Daten nicht übertragen werden, weil ein pulsbreitenmoduliertes Signal weder eine fallende Flanke noch eine steigende Flanke aufweist. Infolgedessen wird ein anderes Ausführungsbeispiel vorgeschlagen, bei dem ein oder mehrere Blind- bzw. Hilfsdaten zu den zu übertragenden ursprünglichen binären Daten hinzugefügt werden. Das Ausführungsbeispiel kann beispielsweise durch einen in Fig. 4 dargestellten Aufbau implementiert werden. In diesem Fall implementiert eine Empfangs-Zentraleinheit 72 eine Impulsbreiten-Meßschaltung sowie eine Vergleichsschaltung und implementiert auch eine Daten-Wiederherstellungsschaltung.

Nachstehend wird unter Bezug auf Flußdiagramme gemäß Fig. 11 und 13 die Arbeitsweise anhand von vier Bit breiten Daten als ein Beispiel von zu übertragenden Daten beschrieben. Außerdem wird ein Fall beschrieben, in dem zwei Bit breite Blinddaten zu einer niedrigwertigen Bitposition des niedrigstwertigen Bits der ursprünglichen Daten hinzugefügt werden.

Fig. 11 zeigt ein Flußdiagramm, das die Arbeitsweise einer Sende-Zentraleinheit 71 darstellt. Die Sende-Zentraleinheit 71 fügt die zwei Bit breiten Daten "01(B)" zu der niedrigwertigen Bitposition des niedrigstwertigen Bits der Daten hinzu. Die hier verwendete Bezeichnung "(B)" bezeichnet eine binäre Zahl. Deswegen wird ein sechs Bit breiten Daten entsprechendes pulsbreitenmoduliertes Signal übertragen. Danach führt die Sende-Zentraleinheit 71 dieselbe Verarbeitung wie diejenige bei den Schritten ST1 bis ST5 in dem Flußdiagramm gemäß Fig. 5 aus (Schritte ST52 bis ST56).

Wenn die ursprünglichen Daten "1111(B)" sind, ist das auf eine Übertragungsleitung 3 ausgegebene pulsbreitenmodulierte Signal ein Signal, das

"000001(B)=01(D)" entspricht. Wenn die ursprünglichen Daten "1111(B)" gemäß Fig. 12 sind, werden daher eine 61 Impulsen eines Taktsignals entsprechende Periode mit hohem Pegel und eine zwei Impulsen entsprechende Periode mit niedrigem Pegel auf der Übertragungsleitung 3 als das pulsbreitenmodulierte Signal erzeugt. Wenn die ursprünglichen Daten "0000(B)" sind, werden eine einem Impuls des Taktsignals entsprechende Periode mit hohem Pegel und eine 62 Impulsen entsprechende Periode mit niedrigem Pegel auf der Übertragungsleitung 3 als das pulsbreitenmodulierte Signal erzeugt.

Fig. 13 zeigt ein Flußdiagramm, das die Arbeitsweise der Empfangs-Zentraleinheit 72 darstellt. Der in Fig. 13 dargestellte Ablauf wird gestartet, wenn eine anfängliche Veränderung bei einem Anstieg eines in einen Interrupt- bzw. Unterbrechungsanschluß eingegebenen Signals verursacht wird. Wenn die Veränderung bei dem Anstieg des in den Interruptanschluß eingegebenen Signals verursacht wird, startet die Empfangs-Zentraleinheit 72 einen ersten internen Taktgeber (Schritt ST61).

Die Empfangs-Zentraleinheit 72 nimmt als Eingangssignal das Signal auf der Übertragungsleitung 3 über einen Eingangsanschluß an und überwacht, ob das Signal fällt oder nicht. Wenn der erste Taktgeber "3E(H)" zählt, ohne daß bei dem Signal auf der Übertragungsleitung 3 eine fallende Flanke erzeugt wird (Schritt ST63), entscheidet die Empfangs-Zentraleinheit 72, daß ein Fehler in dem übertragenen pulsbreitenmodulierten Signal verursacht wird, und zeigt einen Fehler an (Schritt ST64). Gemäß Fig. 12 enthält der Maximal- bzw. Höchstwert der Periode mit hohem Pegel des pulsbreitenmodulierten Signals 61 Impulse (= "3D(H)") des Taktsignals. Wenn der Zählwert des ersten Taktgebers größer oder gleich als "3E(H)" ist, kann die Empfangs-Zentraleinheit 72 erkennen, daß ein Fehler vorliegt.

Falls die fallende Flanke in dem Signal auf der Übertragungsleitung 3 erzeugt wird (Schritt ST62), stoppt die Empfangs-Zentraleinheit 72 einen Zählvorgang des ersten internen Taktgebers (Schritt ST65). Daraufhin wird ein zweiter interner Taktgeber zur Messung einer Zeit der Periode mit niedrigem Pegel des Signals auf der Übertragungsleitung 3 gestartet (Schritt ST66). Zum selben Zeitpunkt wird der Zählwert des ersten internen Taktgebers erfaßt (Schritt ST67).

Wenn der erste interne Taktgeber "3F(H)" zählt, ohne daß eine steigende Flanke in dem Signal auf der Übertragungsleitung 3 erzeugt wird (Schritt ST69), entscheidet die Empfangs-Zentraleinheit 72, daß ein Fehler in dem übertragenen pulsbreitenmodulierten Signal vorliegt, und zeigt einen Fehler an (Schritt ST70). Wie aus Fig. 12 ersichtlich enthält der Maximalwert der Periode mit niedrigem Pegel des pulsbreitenmodulierten Signals 62 Impulse (= "3E(H)") des Taktsignals. Wenn der Zählwert des ersten Taktgebers größer oder gleich als "3E(H)" ist, kann die Empfangs-Zentraleinheit 72 erkennen, daß ein Fehler vorliegt.

Wenn die steigende Flanke in dem Signal auf der Übertragungsleitung 3 erzeugt wird (Schritt ST68), stoppt die Empfangs-Zentraleinheit 72 einen Zählvorgang des zweiten internen Taktgebers (Schritt ST71). Dann wird der Zählwert des zweiten internen Taktgebers erfaßt (Schritt ST72). Die Empfangs-Zentraleinheit 72 addiert den Zählwert des zweiten internen Taktgebers, der eine Länge der Periode mit niedrigem Pegel des Signals auf der Übertragungsleitung 3 darstellt, zu dem bei dem Schritt ST67 erhaltenen Zählwert des ersten internen Taktgebers, der eine Länge der Periode

mit hohem Pegel darstellt (Schritt ST73).

Falls die sich ergebende Summe "3F(H)" ist, erkennt die Empfangs-Zentraleinheit 72, daß die empfangenen Daten normal sind (Schritte ST74 und ST75). Der hier verwendete Begriff "empfangene Daten" bezeichnet Daten, deren Datenlänge durch den bei dem Schritt ST67 erhaltenen Zählwert dargestellt ist. Falls die sich ergebende Summe nicht "3F(H)" ist, weist dies darauf hin, daß ein Zyklus des empfangenen pulsbreitenmodulierten Signals von einem regelmäßigen Zyklus infolge irgendeiner Ursache verschieden ist. Auf diese Weise erkennt die Empfangs-Zentraleinheit 72, daß die empfangenen Daten nicht normal sind. Danach zeigt die Empfangs-Zentraleinheit 72 einen Fehler an (Schritt ST76). Falls erkannt wird, daß die empfangenen Daten normal sind, entnimmt die Empfangs-Zentraleinheit 72 vier höherwertige Bits aus den empfangenen Daten und definiert die entnommenen 4 Bits enthaltende Daten als schließlich empfangene Daten.

Wie vorstehend beschrieben ist es durch Hinzufügen der zusätzlichen Bits zu den ursprünglichen Daten auch möglich, Daten mit nur Nullen und Daten mit nur Einsen zu übertragen und die nachstehend aufgeführten Wirkungen zu erzielen. Im einzelnen können selbst dann, wenn das pulsbreitenmodulierte Signal beispielsweise infolge von Rauschen in dem Signal transformiert wird, die ursprünglichen Daten in dem Empfangssystem solange genau erkannt werden, wie die ursprünglichen Daten weder nach oben noch nach unten verschoben werden. Beispielsweise sei angenommen, daß zwei Bits zu einer niederwertigen Bitposition der ursprünglichen vier Bit breiten Daten hinzugefügt werden und ein pulsbreitenmoduliertes Signal entsprechend den sechs Bit breiten Daten übertragen wird. Falls die ursprünglichen Daten in diesem Fall "1111(B)" sind, wird das pulsbreitenmodulierte Signal entsprechend "111101(B)" übertragen. Das bedeutet, daß gemäß Fig. 12 das pulsbreitenmodulierte Signal mit der 61 Impulsen entsprechenden Periode mit hohem Pegel über die Übertragungsleitung 3 übertragen wird. Falls ein pulsbreitenmoduliertes Signal mit einer 60 Impulsen entsprechenden Periode mit hohem Pegel das Empfangssystem erreicht, erkennt die Empfangs-Zentraleinheit 72 anfänglich, daß Daten "111100(B)" empfangen werden. Da es jedoch möglich ist, die vier höherwertigen Bits schließlich als die ursprünglichen empfangenen Daten zu betrachten, kann die Empfangs-Zentraleinheit 72 erkennen, daß die ursprünglichen Daten "1111(B)" empfangen werden.

Obwohl die beiden internen Taktgeber gemäß dem Ausführungsbeispiel beschrieben worden sind, kann ein interner Taktgeber als die beiden internen Taktgeber vorgesehen sein. Alternativ können wie gemäß dem dritten oder vierten Ausführungsbeispiel die Blind- bzw. Hilfsdaten zu den Daten hinzugefügt und die Daten nach deren Teilung übertragen werden.

Bei den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen wurde das pulsbreitenmodulierte Signal mit der dem zu übertragenden Datenwert entsprechenden Periode mit hohem Pegel beschrieben. Es sei jedoch bemerkt, daß die vorliegende Erfindung bei einem System angewandt werden kann, das ein pulsbreitenmoduliertes Signal mit einer dem zu übertragenden Datenwert entsprechenden Periode mit niedrigem Pegel verwendet.

Ein Datenausgangsabschnitt überträgt ein Impulssignal mit einer Impulsbreite entsprechend einem Wert von Sendedaten in einem vorbestimmten Zyklus. Ein Hochpegel-Impulsbreitenzähler und ein Niederpegel-

Impulsbreitenzähler messen eine Länge einer Periode mit hohem Pegel und eine Länge einer Periode mit niedrigem Pegel des empfangenen Impulssignals unter Verwendung eines Taktsignals mit derselben Frequenz wie der des bei dem Datenausgangsabschnitt verwendeten Taktsignals. Ein Vergleichsabschnitt vergleicht die Summe der beiden gemessenen Längen der Perioden mit dem vorbestimmten Zyklus und gibt ein Fehlersignal im Fall einer Abweichung aus. Bei einem Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem ist es ebenfalls möglich, eine Signalverzögerung oder einen Fehler des Taktsignals zu erfassen, der vorübergehend innerhalb eines Zyklus-es erzeugt wird.

Patentansprüche

1. Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem mit einer Signalsendesaltung (12, 13; 71; 12a, 13a), die ein Impulssignal mit einer Impulsbreite entsprechend einem Wert von Sendedaten durch Zählen von Impulsen in einem Taktsignal erzeugt und die erzeugten Impulssignale in einem vorbestimmten Zyklus zu einer Übertragungsleitung (3) sendet, einer Impulsbreiten-Meßschaltung (22, 23; 22a, 23a), die als Eingangssignal das Impulssignal von der Übertragungsleitung (3) annimmt und eine Länge einer Periode mit hohem Pegel und eine Länge einer Periode mit niedrigem Pegel des Impulssignals durch Verwendung eines Taktsignals mit einer Frequenz mißt, die äquivalent zu einer Frequenz des bei der Signalsendesaltung (12, 13; 71; 12a, 13a) verwendeten Taktsignals ist, und einer Vergleichsschaltung (27; 72; 27a), die die Summe der durch die Impulsbreiten-Meßschaltung (22, 23; 22a, 23a) gemessenen Länge der Periode mit hohem Pegel und der Länge der Periode mit niedrigem Pegel mit dem vorbestimmten Zyklus vergleicht und ein Fehlersignal ausgibt, wenn die Summe nicht mit dem Zyklus identisch ist.
2. Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem nach Anspruch 1, wobei die Signalsendesaltung (12, 13; 71; 12a, 13a) die Sendedaten in eine Vielzahl von Daten aufteilt und jeden Datenwert auf die Übertragungsleitung (3) in einem Zyklus sendet, der entsprechend dem Maximalwert der jeweils aufgeteilten Daten eingestellt ist.
3. Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem nach Anspruch 1, wobei die Signalsendesaltung (12, 13; 71; 12a, 13a) eine $(2^n - 1)$ Impulsen entsprechende Länge des Taktsignals als den vorbestimmten Zyklus verwendet (wobei n eine positive Ganzzahl ist).
4. Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem nach Anspruch 3, wobei die Signalsendesaltung (12, 13; 71; 12a, 13a) Sendedaten in eine Vielzahl von Daten aufteilt und jeden Datenwert auf die Übertragungsleitung (3) in einem Zyklus sendet, der entsprechend dem Höchstwert der jeweils aufgeteilten Daten eingestellt ist.
5. Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem nach Anspruch 3, wobei die Vergleichsschaltung (27; 72; 27a) einen Vergleich zur Annahme einer in Binärschreibweise dargestellten Länge einer Periode mit hohem Pegel und einer Länge einer Periode mit niedrigem Pegel als Eingangssignal aus der Impulsbreiten-Meßschaltung (22, 23; 22a, 23a) aufweist und die Länge der Periode mit hohem Pegel

oder die Länge der Periode mit niedrigem Pegel mit dem jeweiligen Komplement der anderen vergleicht, damit ein Fehlersignal im Fall einer Abweichung ausgegeben wird.

6. Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem nach Anspruch 5, wobei die Signalsendesaltung (12, 13; 71; 12a, 13a) Sendedaten in eine Vielzahl von Daten aufteilt und jeden Datenwert auf die Übertragungsleitung (3) in einem Zyklus sendet, der entsprechend dem Maximalwert der jeweils aufgeteilten Daten eingestellt ist.

7. Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem nach Anspruch 1, wobei die Signalsendesaltung (71) Blinddaten zu einer niedrigwertigen Bitposition des niedrigstwertigen Bits der in Binärschreibweise dargestellten ursprünglichen Sendedaten hinzufügt und ein Impulssignal durch Betrachten der die zusätzlichen Blinddaten enthaltenden Daten als Sendedaten erzeugt, wobei das Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem außerdem eine Datenwiederherstellschaltung (72) aufweist, die eine bedeutende Periode des von der Übertragungsleitung (3) in einer Binärzahl eingegebenen Impulssignals umwandelt und die ursprünglichen Sendedaten durch Entfernung von Bits von der Binärzahl wiederherstellt, die den Blinddaten entsprechen.

8. Pulsbreitenmodulations-Übertragungssystem nach Anspruch 7, wobei die Signalsendesaltung (71) die Sendedaten in eine Vielzahl von Daten aufteilt und jeden Datenwert auf die Übertragungsleitung (3) in einem Zyklus sendet, der entsprechend dem Maximalwert der jeweils aufgeteilten Daten eingestellt ist.

Hierzu 14 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG. 1

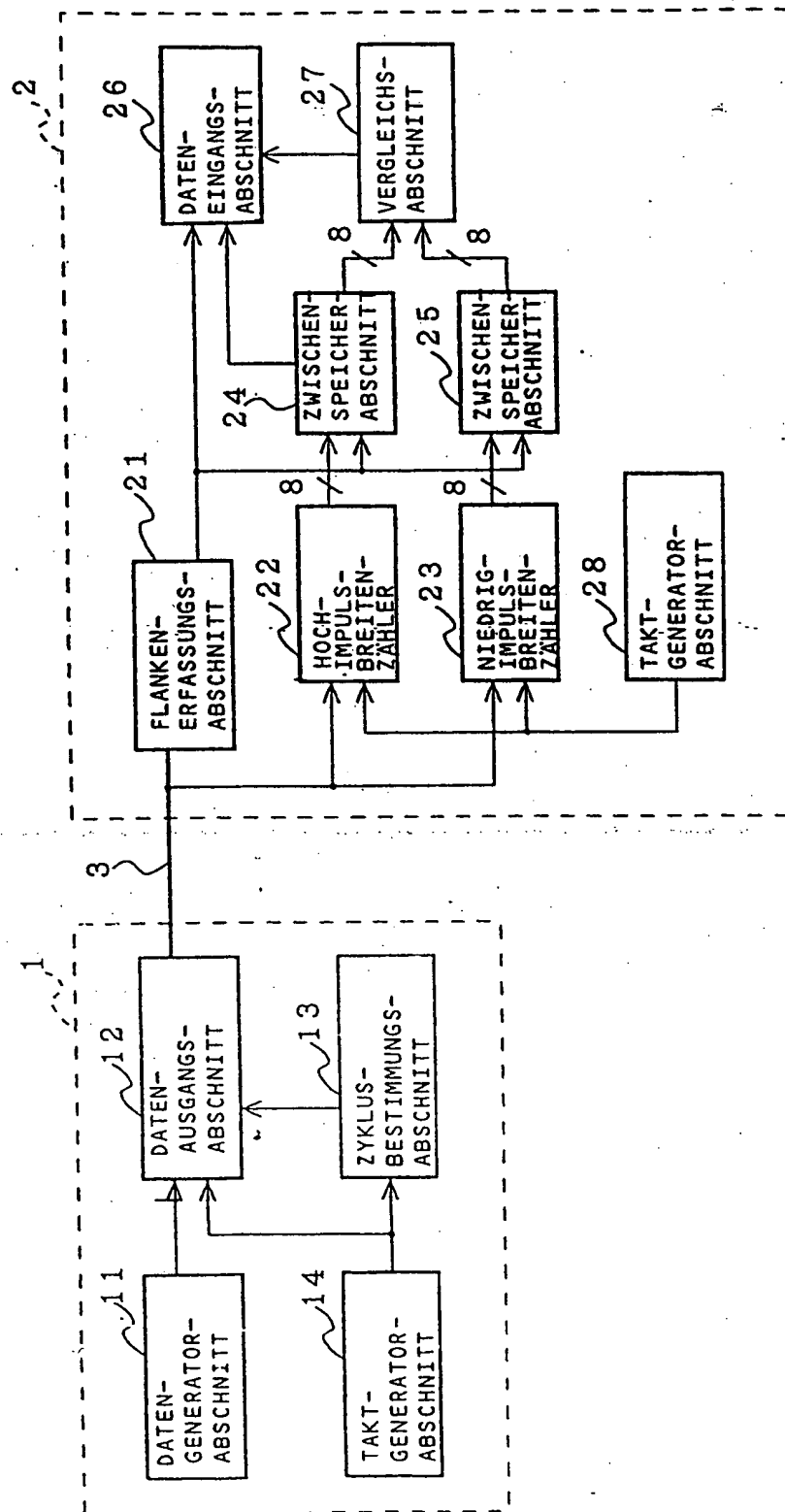


FIG. 2

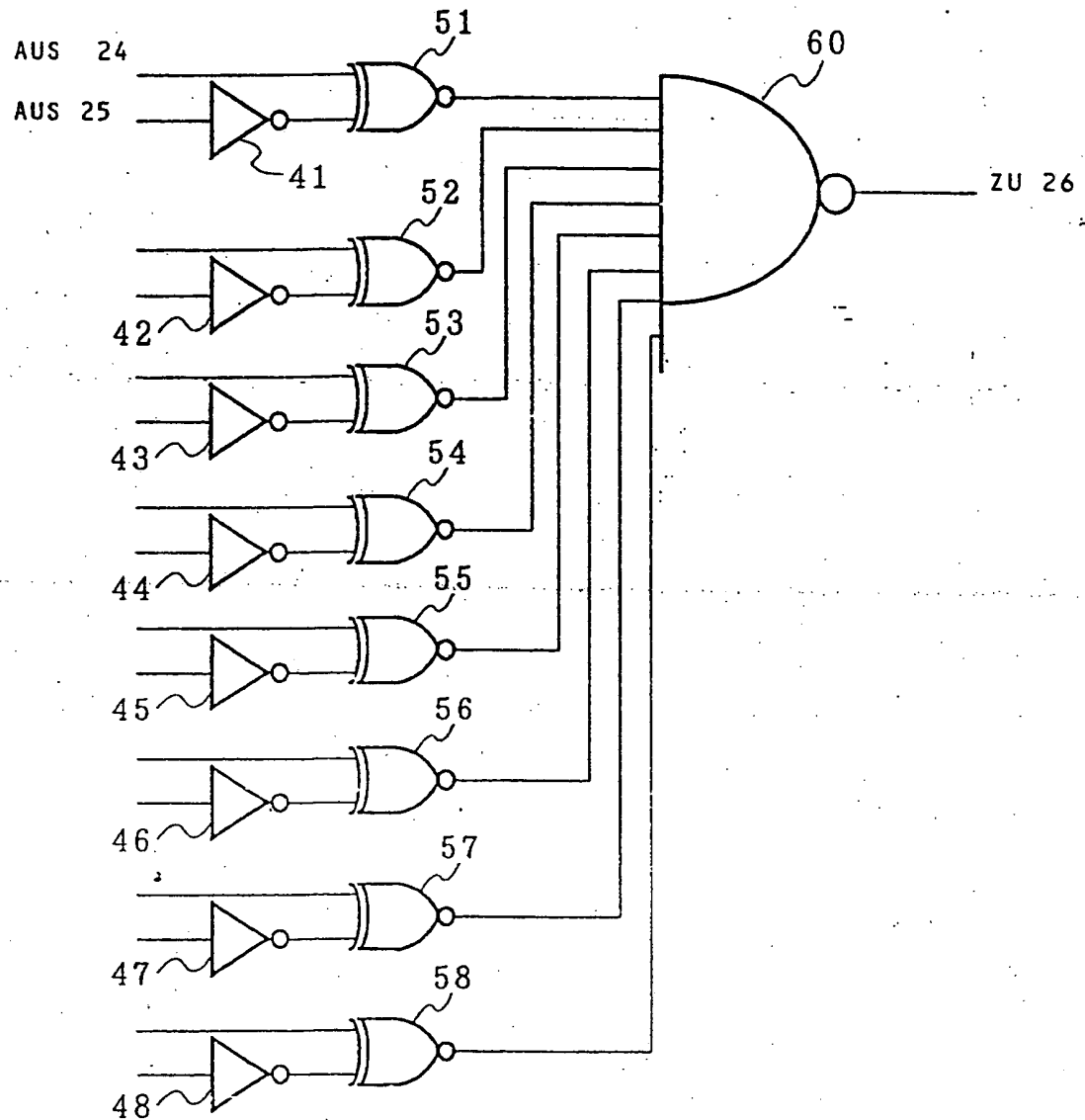


FIG. 3

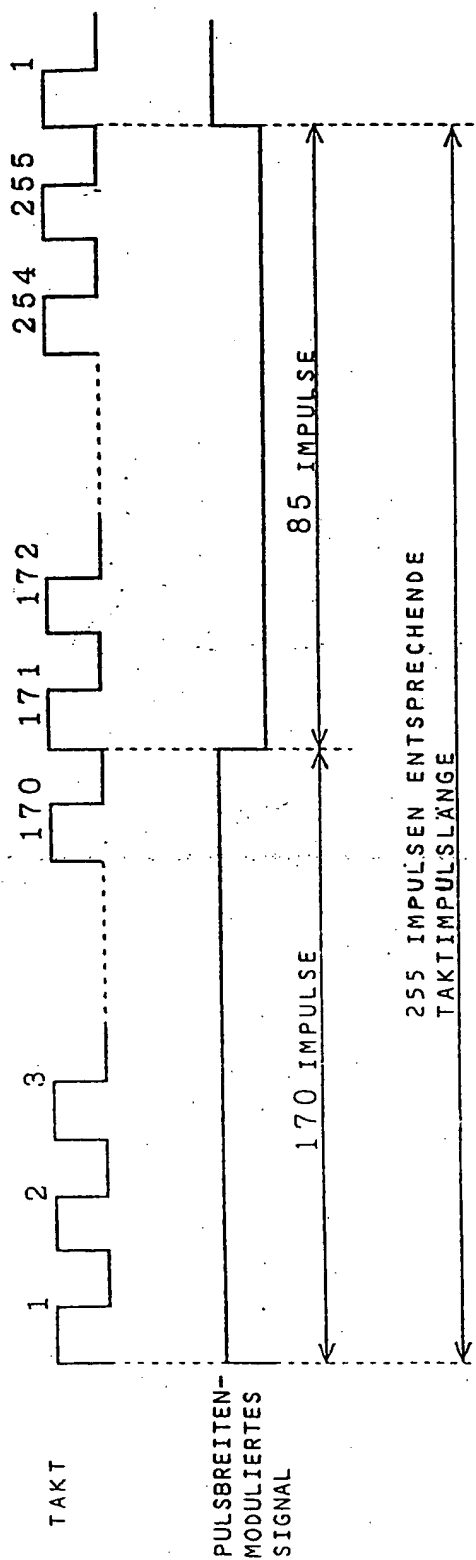


FIG. 4.

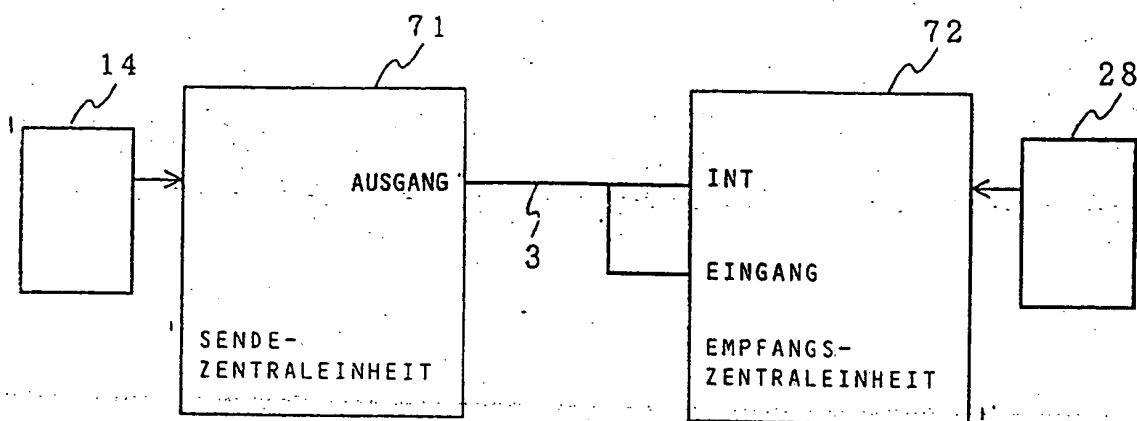


FIG. 5

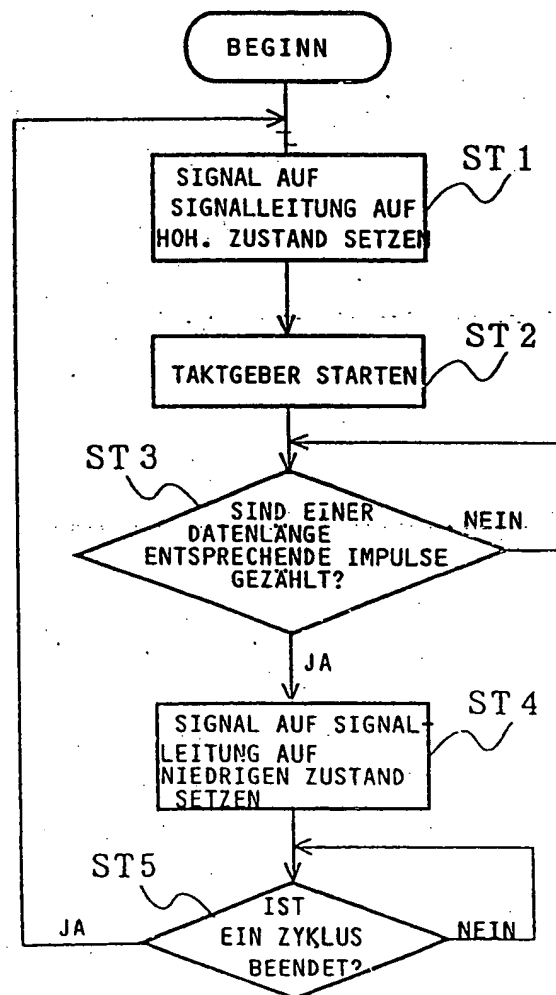


FIG. 6

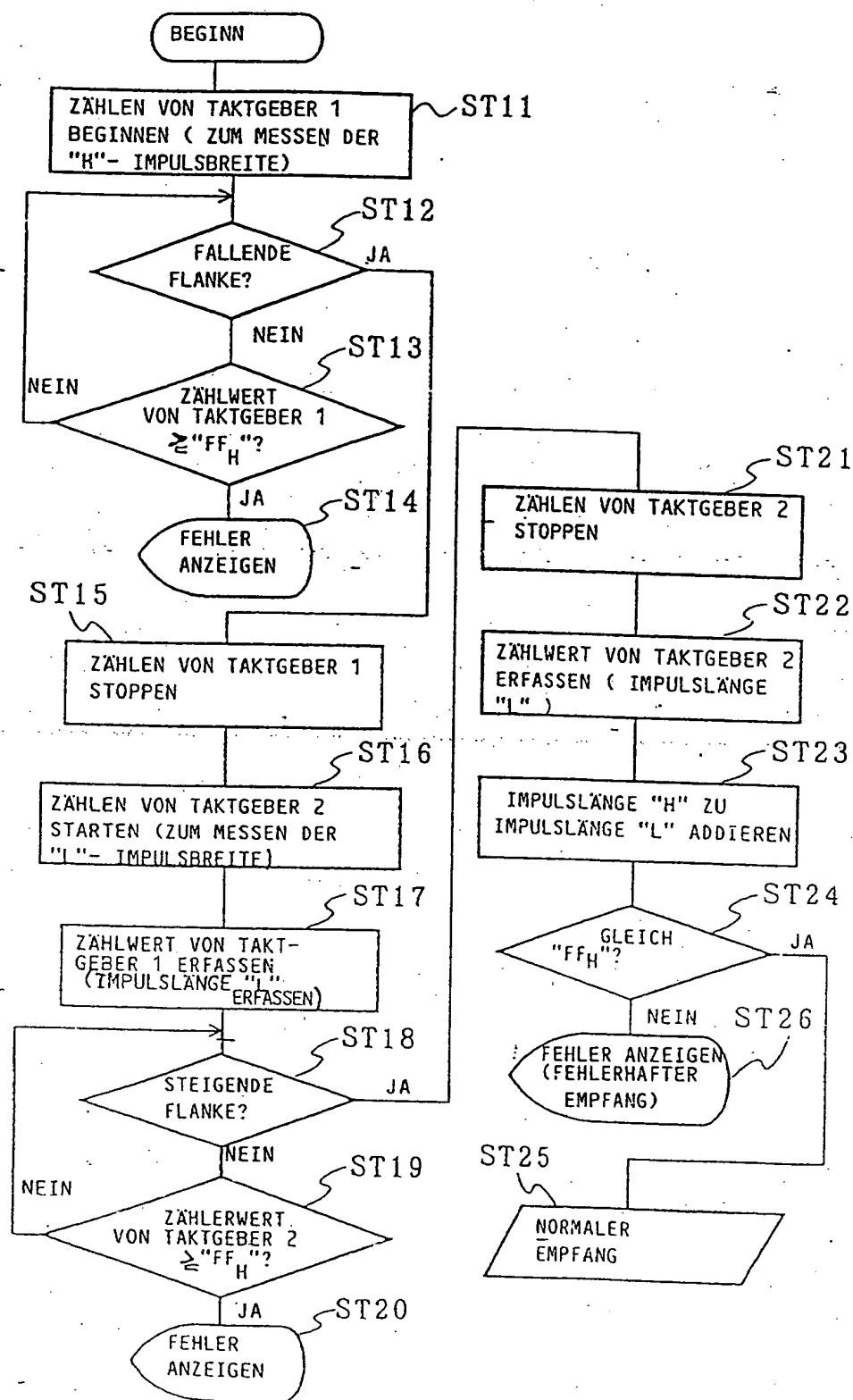


FIG. 7

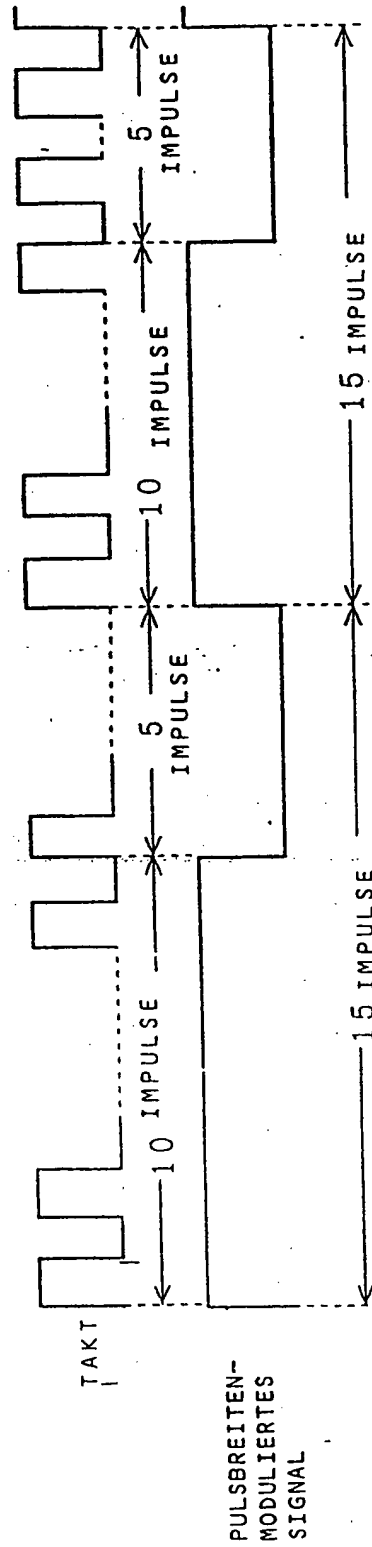


FIG. 8

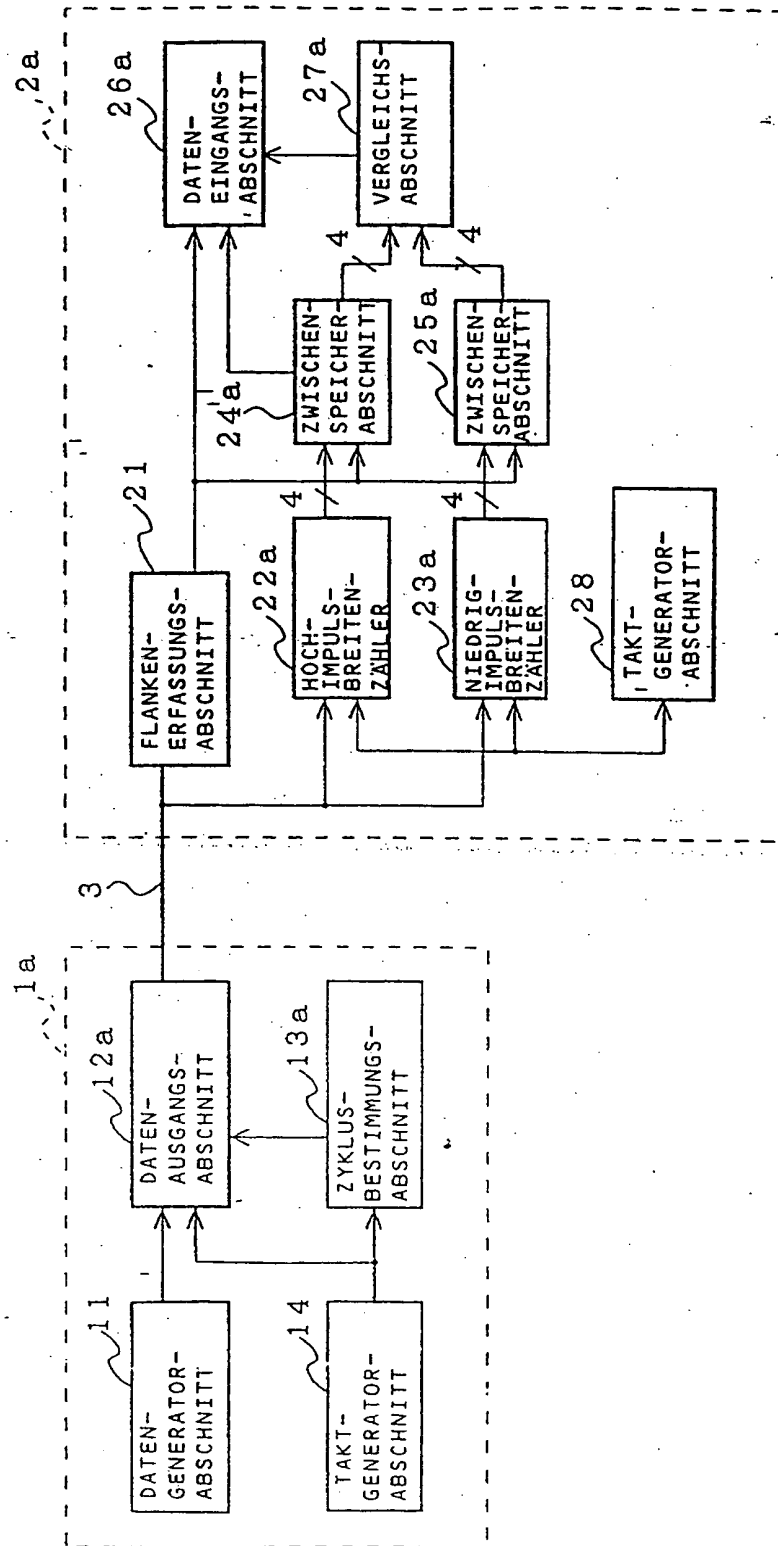


FIG. 9

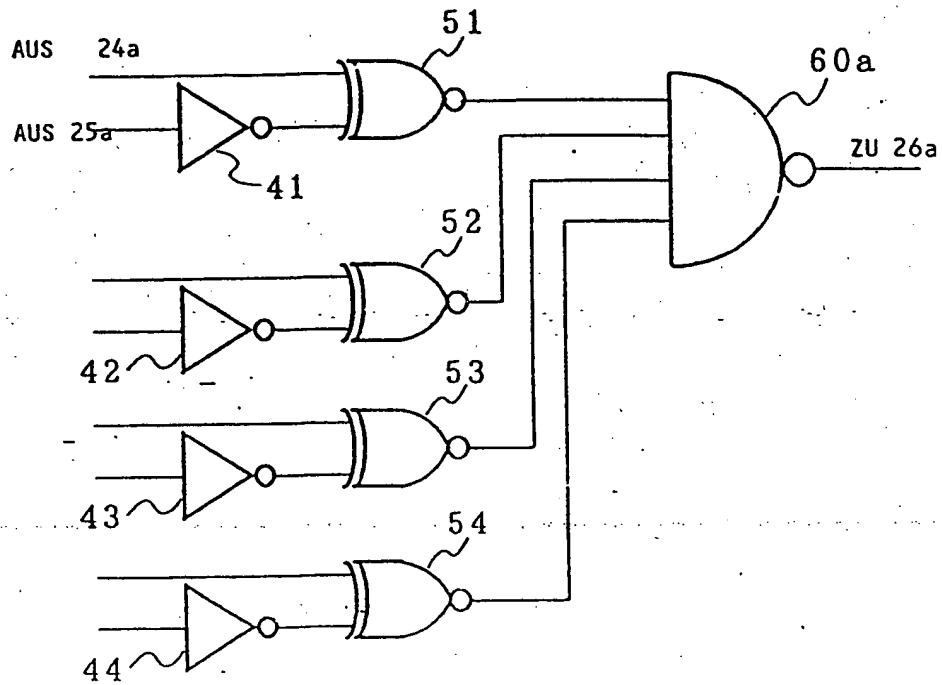


FIG. 10

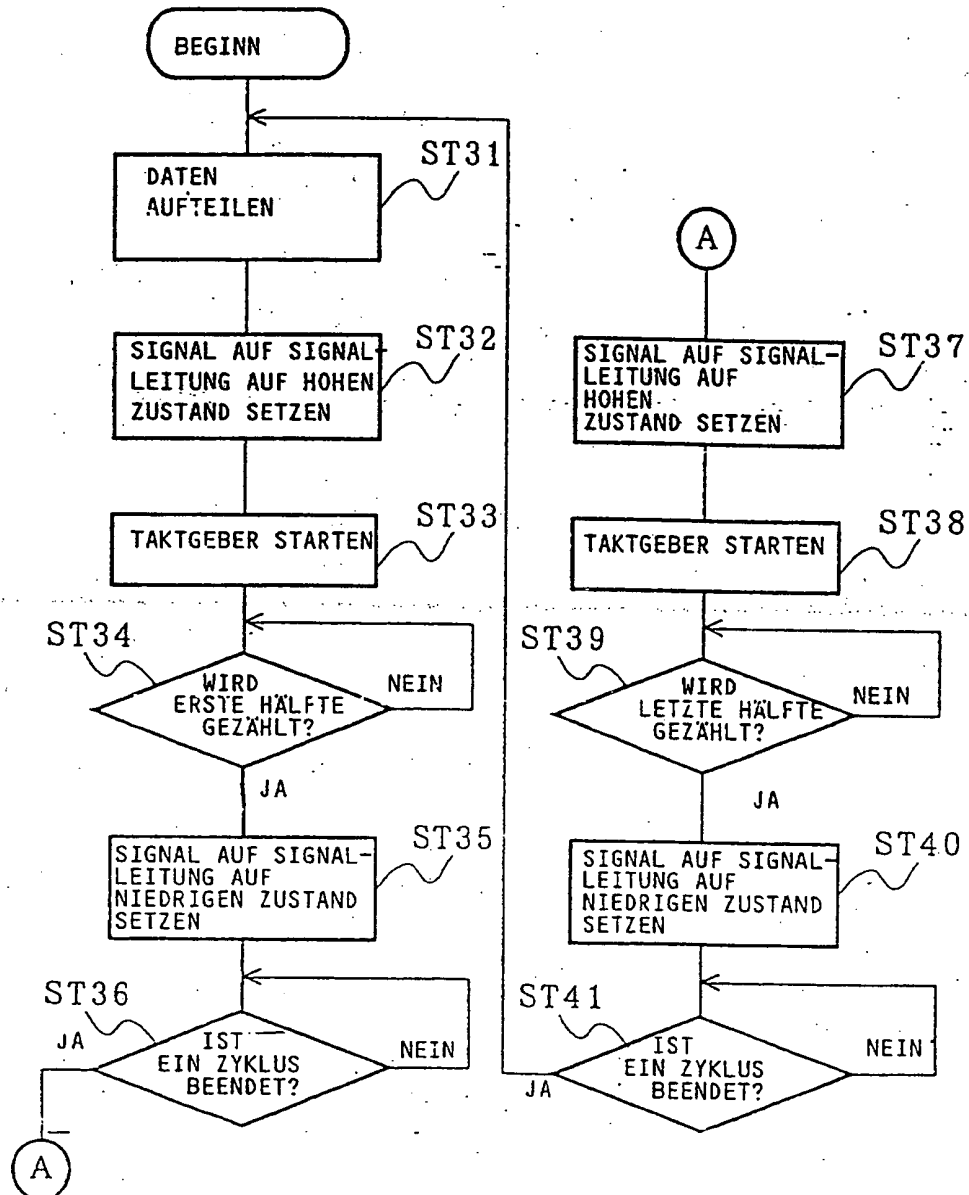


FIG. 11

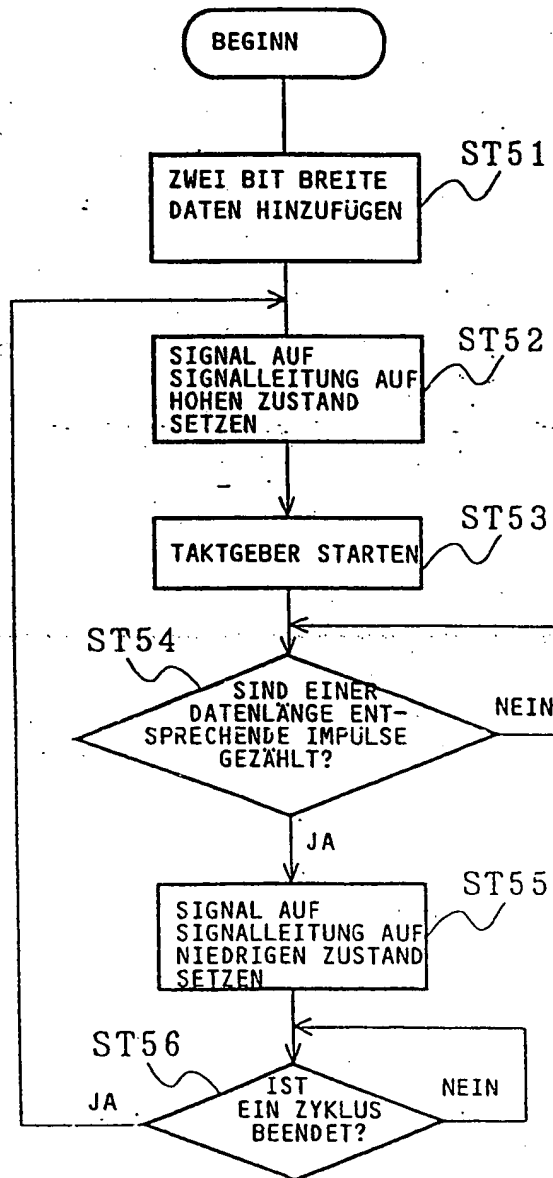


FIG. 12

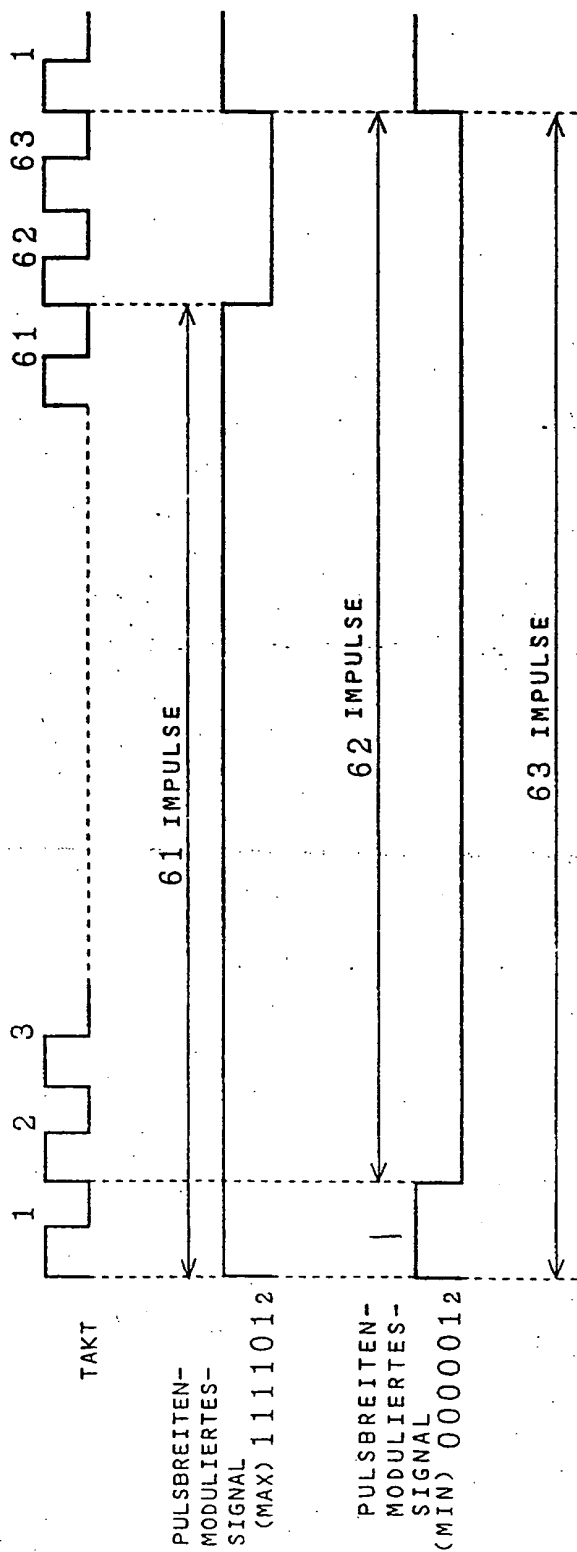


FIG. 13

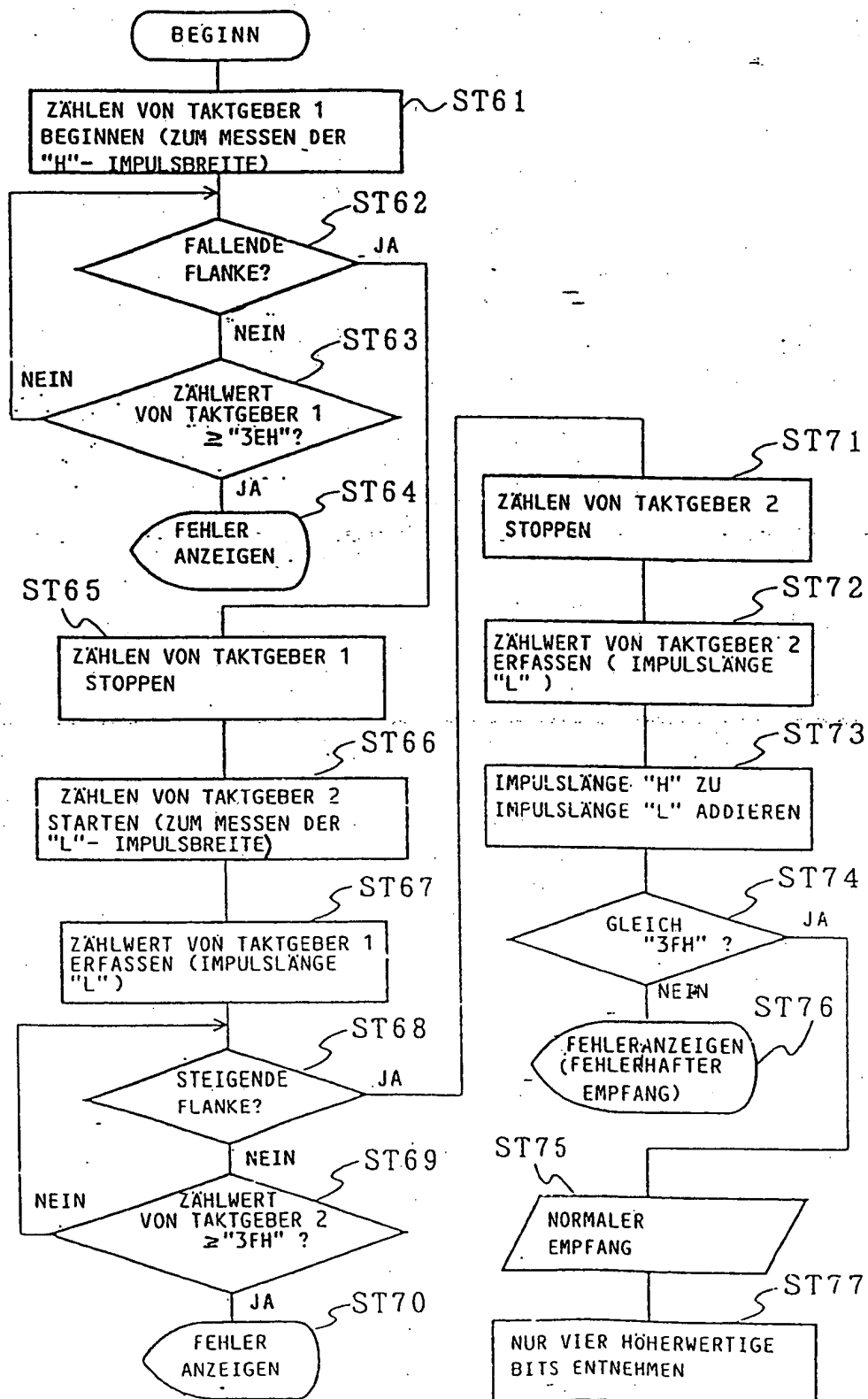


FIG. 14
(STAND DER TECHNIK)

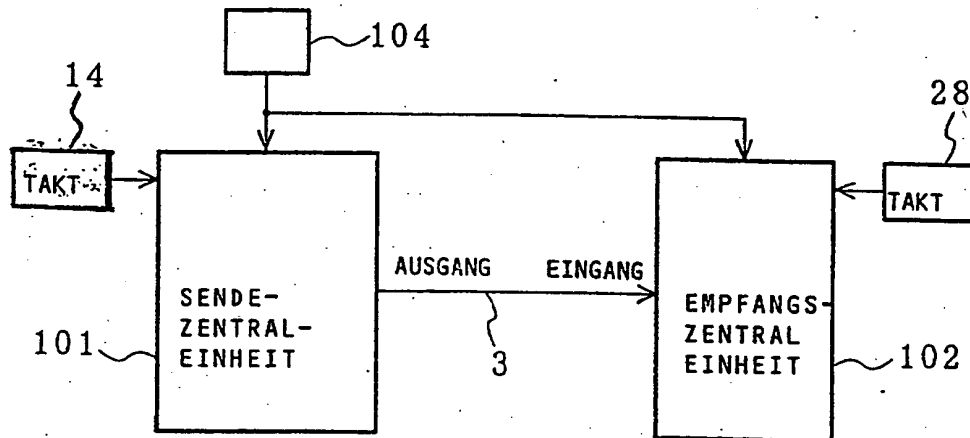


FIG. 15
(STAND DER TECHNIK)

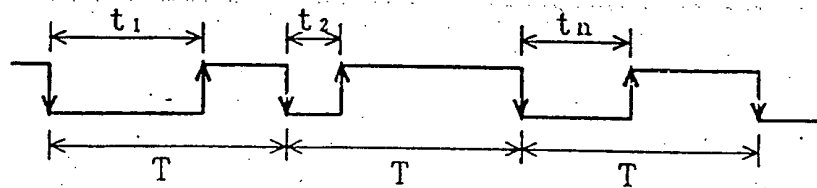


FIG. 16
(STAND DER TECHNIK)

